Direction générale
des eaux intérieures
Région du Québec

Inland Waters
Directorate
Quebec Region

Environnement Canada

Environment Canada

Environnement Canada

Direction générale des eaux intérieures et des terres

Région du Québec

Environment Canada

Inland Waters and Lands Directorate

Quebec Region

RAPPORT SUR

LE BILAN IONIQUE DU LAC LAFLAMME

(FORÊT MONTMORENCY) EN 1984

Canada

RAPPORT SUR LE BILAN IONIQUE DU LAC LAFLAMME (FORÊT MONTMORENCY) EN 1984

par

Madeleine Papineau

Environnement Canada

Direction générale des eaux intérieures

Région du Québec

Juillet 1985

REMERCIEMENTS

Mes remerciements vont au personnel de la Direction générale des eaux intérieures du laboratoire central à Burlington et des bureaux de la région du Québec pour leur collaboration dans l'acquisition des données ainsi qu'à Nicole Beaudet, Liliane Drolet et Denis Dumont. Gilles Cloutier et François Delorme ont apporté leur aide aux traitements des données. Je remercie Lise Duchesneau pour la dactylographie ainsi que Denis Labonté et John Haemmerli pour leur contribution tout au long du projet.

RÉSUMÉ

Ce rapport porte sur les dernières données quantitatives et qualitatives disponibles sur l'eau de lac Laflamme et son exutoire dans le cadre du projet du bilan ionique. Ainsi le bilan hydrologique de 1983-84 a été calculé pour le bassin. Les moyennes annuelles des paramètres de qualité en 1984 sont présentées pour le lac et l'exutoire ainsi qu'une étude de corrélation et les résultats des calculs de charge à l'exutoire.

En bref, moins d'eau a été reçu par le bassin en 1983-84 (129 cm) qu'en 1982-83 (156 cm) mais il y a eu plus de neige. La qualité moyenne de l'eau du lac est demeurée relativement stable en 1983 et 1984. Les charges exportées des divers éléments chimiques sont généralement plus faibles en 1984 que les années précédentes. Le calcul complet du bilan massique sera effectué sur réception des données de qualité des précipitations.

ABSTRACT

This report deals with the latest available qualitative and quantitative data on lake water and streamflow in the Laflamme lake basin as related to the ion budget study. Thus the water budget for the 1983-84 year has been calculated. The 1984 mean annual water quality for the lake and the outlet is presented as well as the results of a correlation study and the estimated outflow loads.

Briefly, less water fell on the watershed in 1983-84 (129 cm) than in the 1982-83 year (156 cm) yet there was more snow. The average water quality remained relatively the same in 1983 and 1984. Exported loads of most chemical parameters are usually lower in 1984 than in previous years. The inputoutput budget will be completed upon reception of precipitation chemistry data.

TABLE DES MATIÈRES

	Page
REMERCIEMENTS	V
RÉSUMÉ	Vii
ABSTRACT	Viii
TABLE DES MATIÈRES	IX
LISTE DES TABLEAUX	X
LISTE DES FIGURES	XI
INTRODUCTION	1
1. Hydrologie du bassin	3
2. Qualité de l'eau du lac et de l'exutoire	13
2.1 Méthodologie	13
2.2 Statistiques annuelles	15
2.3 Variations temporelles	18
3. Exportations à l'exutoire	31
CONCLUSION	37
BIBLIOGRAPHIE	39
ANNEXE 1 Débit journalier et niveau du lac en 1984	41
ANNEXE 2 Données de qualité: lac Laflamme	42
ANNEXE 3 Matrice de corrélation (centre du lac)	50

LISTE DES TABLEAUX

	Page
1 - Caractéristiques du bassin versant du lac Laflamme	2
2 - Évaluation des précipitations brutes, de la pluie et de la neige.	5
3 - Précipitations et décharge mensuelle au lac Laflamme 1983-84	6
4 - Bilan d'eau du bassin du lac Laflamme	10
5 - Validation des données par l'identification de valeurs extrêmes..	14
6 - Statistiques annuelles des paramètres chimiques de l'eau du lac Laflamme et de l'exutoire en 1984	16
7 - Composition chimique relative de l'eau du lac	17
8 - Résumé de l'année 1984	29
9 - Exportation des éléments chimiques du bassin du lac Laflamme	32
10 - Exportation mensuelle à l'exutoire en 1984 (kg/ha)	35

LISTE DES FIGURES

		Page
1	Localisation du bassin versant du lac Laflamme	2
2	Précipitation et écoulement moyen annuel au lac Laflamme	4
3	Précipitations, neige au sol, eau de fonte, eau souterraine et hydrogramme du lac Laflamme en 1984	8
4	Moyennes mensuelles des précipitations et de l'écoulement de 1981 à 1984	9
5	Bilan hydrique du bassin du lac Laflamme, juin 1983 - mai 1984 ..	12
6	Variation annuelle de la température de l'eau au centre du lac Laflamme (1984)	19
7	Évolution temporelle du calcium, du sodium, du magnésium et de l'alcalinité dans l'eau du lac Laflamme (Données hebdomadaires) .	21
8	Corrélation entre les paramètres de qualité	22
9	Relation entre les paramètres de minéralisation et les paramètres de qualité	23
10	Variation du calcium et du potassium en fonction du débit	24
11	Évolution temporelle de l'ion hydrogène, de l'aluminium et du potassium dans l'eau du lac Laflamme (Données hebdomadaires)	25
12	Évolution temporelle des sulfates, des nitrates et des chlorures dans l'eau du lac Laflamme (Données hebdomadaires)	26
13	Relation entre la charge exportée à l'extoire et l'écoulement annuel	33

INTRODUCTION

Les travaux reliés au bilan ionique dans les bassins versants calibrés du programme fédéral du transport à longue distance des polluants atmosphériques entament présentement leur cinquième année. Des bilans ioniques pour les premières années d'étude ont déjà été calculés aux lacs Turkey (Ontario), à Kejimkujik (Nouvelle-Ecosse) et au lac Laflamme (Québec) (Semkins et al., 1985; Kerekes et Howell, 1984; Papineau, 1983; Papineau, 1984).

Le lac Laflamme, situé à quelques 80 kilomètres au nord de la ville de Québec, est le bassin type pour la forêt boréale. Ces principales caractéristiques sont données au tableau 1 et à la figure 1. Ce rapport se veut une mise à jour des principales données hydrologiques et chimiques obtenues en 1984 qui sont nécessaires à l'étude du bilan ionique de ce bassin.

Figure 1

LOCALISATION DU BASSIN VERSANT DU LAC LAFLAMME

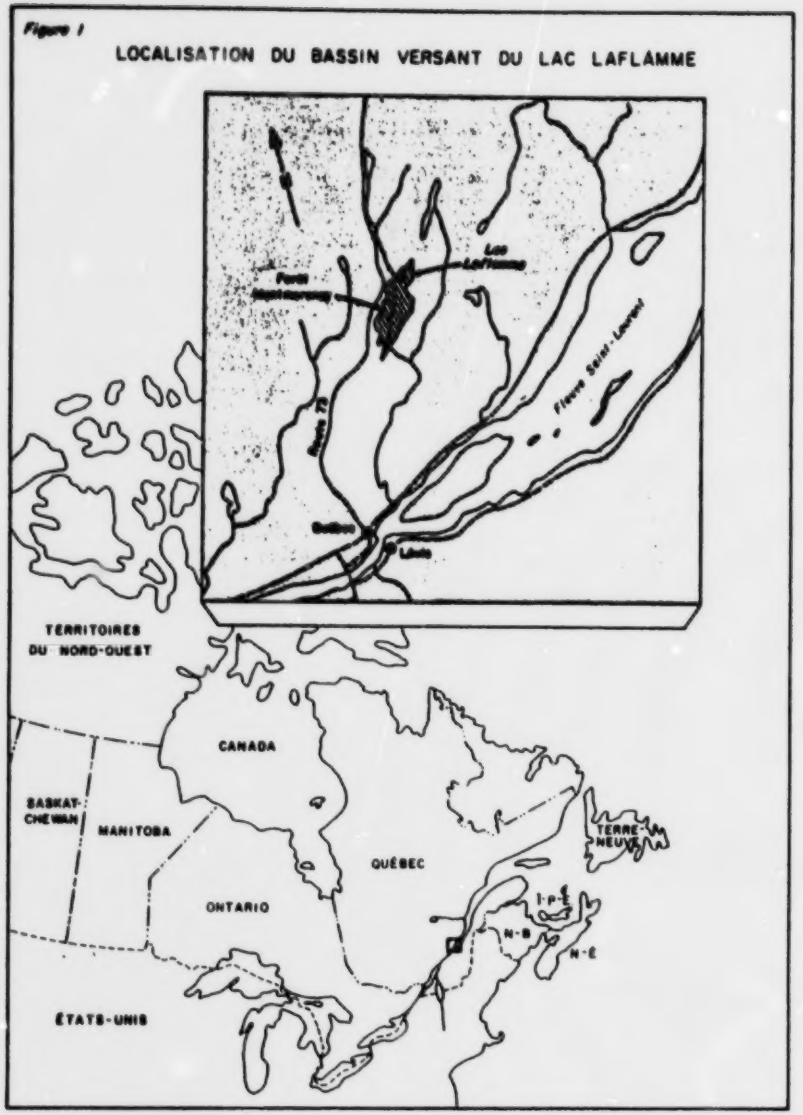


TABLEAU 1

Caractéristiques du bassin versant du lac Laflamme

Latitude	47°19'
Longitude	71°07'
Superficie totale du bassin	6,684 km^2
Altitude (min)	777 m
Altitude (max)	884 m
Pente (min)	0%
Pente (max)	30%
Pente moyenne arithmétique	8,6%
Superficie du lac	0,061 km^2
Longueur du lac	1,02 km
Profondeur du lac (max)	9,3 m
Profondeur du lac (moy)	2,05 m
Volume du lac	125 X 10^3 m^3
Assise rocheuse	gneiss charnockitiques
Dépôts meubles	moraine de fond, till délavé
Epaisseur des dépôts	environ 4 m sur les pentes 15 - 20 m sous le lac
Type de sol	podzol ferro-humique orthique
Drainage	de bon à imparfait
Végétation	sapin baumier (*Abies balsamea*) épinette blanche (*Picea glauca*) bouleau à papier (*Betula papyrifera*)
Végétation aquatique	Nuphar, Eleocharis, Carex, Sagittaria et autres
Faune ichtyologique	omble de fontaine (*Salvelinus fontinalis*)
Charge	petits ruisseaux et résurgences; l'écoulement souterrain est important
Décharge	un ruisseau principal à l'ouest
Perméabilité (dépôts)	1,9 X 10^{-3} cm/s
Temps de résidence	environ 2 mois
Débits (min)	0,002 m^3/sec (15/01/81 - 10/11/83) 0,003 m^3/sec (19/01/82)
Débits (max)	0,093 m^3/sec (12/05/81) 0,095 m^3/sec (09/05/82) 0,102 m^3/sec (09/05/83)
Prise des glaces:	mi-novembre
Départ des glaces:	mi-mai
Température de l'air (max)	34°C
Température de l'air (min)	-41°C
Température de l'air (moy)	0,2°C
Période sans gel	135 jours
Précipitation annuelle (moy)	1,43 m

1 - HYDROLOGIE DU BASSIN

Le mouvement des éléments chimiques et leur taux d'acheminement dans un bassin versant sont liés au cycle hydrologique. Ainsi, on ne peut mesurer le bilan d'entrée et de sortie des éléments chimiques sans mesurer simultanément les entrées et sorties d'eau.

Dans le bassin du lac Laflamme, des mesures quantitatives des précipitations, du niveau du lac et du débit à l'exutoire sont prises tout au long de l'année. Plusieurs autres paramètres hydrologiques sont également évalués mais seulement durant la période de fonte printanière (Jones et al., 1985).

Dans le cas des précipitations, elles sont mesurées quotidiennement à une station du réseau RCEPA/CAPMON du Service de l'environnement atmosthérique d'Environnement Canada. Au total, de juin 1983 à mai 1984, les précipitations brutes ont été de 129 cm comparativement à 112 cm et 156 cm mesurés en 1981-82 et 1982-83 respectivement (figure 2). La hauteur des précipitations a été en dessous de la moyenne annuelle de la Forêt Montmorency qui se situe à 143 cm. En 1983-84, la neige représentait 38% des précipitations soit 48,3 cm (tableau 2).

Si on regarde l'année plus en détail, on note des précipitations très fortes de septembre à décembre 1983 (tableau 3). La hauteur de précipitations durant ces quatre mois représentait 47% du total annuel. Les précipitations au mois de décembre étant sous la forme de neige, l'accumulation au sol a été

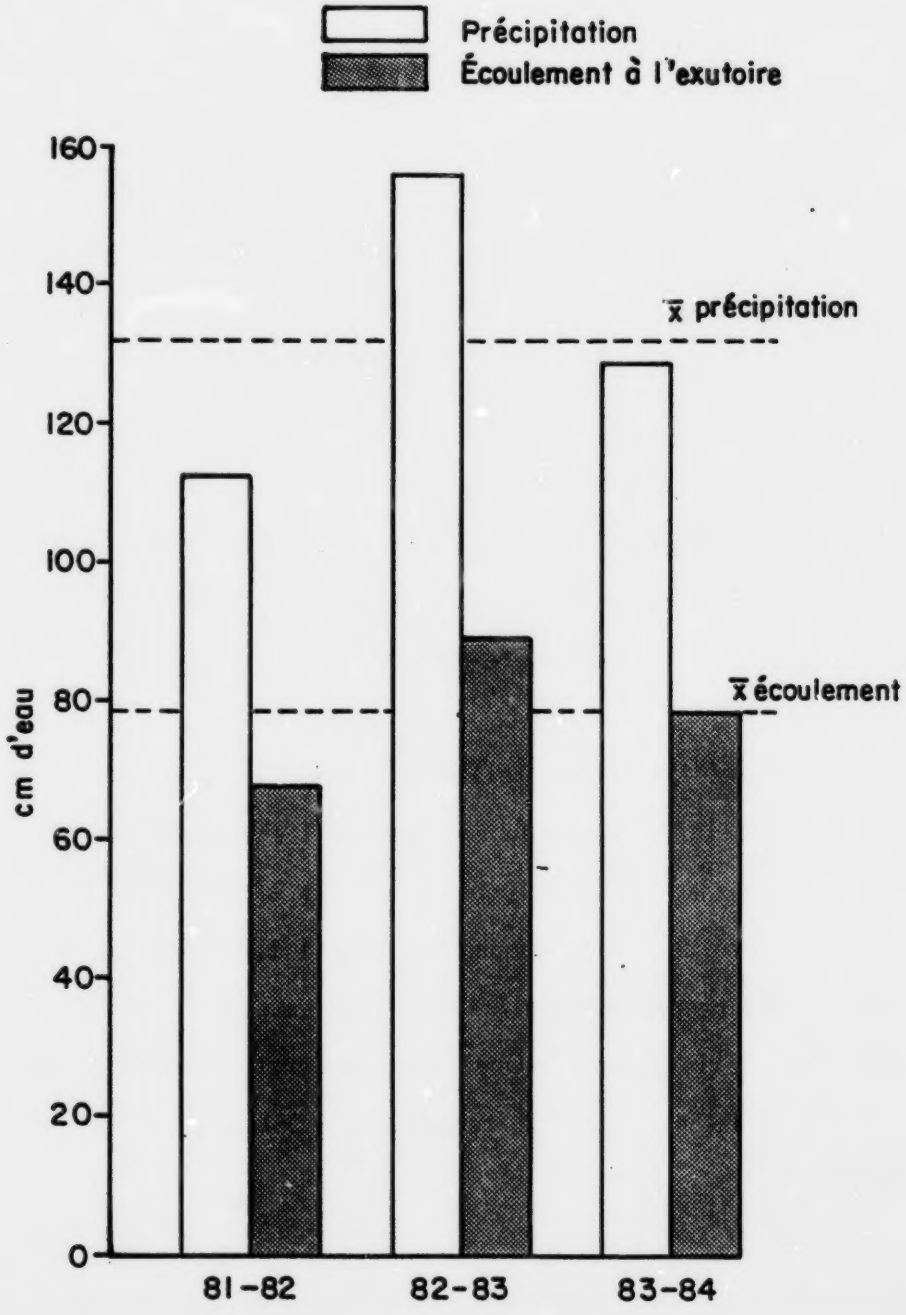


FIGURE 2 : PRÉCIPITATION ET ÉCOULEMENT MOYEN ANNUEL AU LAC LAFLAMME.

TABLEAU 2

ÉVALUATION DES PRÉCIPITATIONS BRUTES, DE LA PLUIE ET DE LA NEIGE

	P_{APN}			P_b			Pluie			Neige		
	81-82	82-83	83-84	81-82	82-83	83-84	81-82	82-83	83-84	81-82	82-83	83-84
Lame d'eau (cm)	115,7	160,7	132,8	112,3	155,9	128,8	72,0	116,6	80,5	40,3	39,3	48,3
% P_b	-	-	-	-	-	-	64	75	62	36	25	38
Volume ($X10^5 m^3$)	7,91	10,99	9,08	7,68	10,66	8,81	4,92	7,97	5,51	2,76	2,69	3,30

151

P_{APN}: précipitations à la station APN
P_b: précipitations brutes

TABLEAU 3

PRÉCIPITATIONS ET DÉCHARGE MENSUELLE AU LAC LAFLAMME 1983-84

	Précipitations APN (mm)	Précipitations bassin (mm)	Neige bassin (mm)	Écoulement à l'exutoire (mm)	Évaporation Bac classe A (mm)
Juin 1983	65,1	63,1	-	115,1	151,7
Juillet 1983	139,1	134,9	-	59,6	138,2
Août 1983	68,1	66,0	-	38,9	113,5
Septembre 1983	174,6	169,4	-	62,9	75,5
Octobre 1983	109,8	106,5	6,7	65,5	-
Novembre 1983	164,9	160,0	108,7	38,5	-
Décembre 1983	179,6	174,2	168,1	34,4	-
Janvier 1984	47,6	46,2	45,2	19,4	-
Février 1984	95,4	92,5	73,2	17,8	-
Mars 1984	60,0	58,2	38,6	18,0	-
Avril 1984	75,1	72,8	21,2	66,8	-
Mai 1984	148,7	144,2	21,6	248,5	-
TOTAL	1 328,0	1 288,0	483,3	785,4	478,9

impressionnante. Par contre, durant les mois de janvier et mars les précipitations ont été très faibles. Il n'y a eu que deux événements de pluie durant l'hiver soit le 14 janvier et le 21 mars 1984. Des données journalières de 1984 sont présentées à la figure 3 ainsi que les mesures de neige au sol, de niveau d'eau souterraine et d'eau de fonte (Jones et al., 1985). L'hydrogramme est également tracé. Le débit à l'exutoire est mesuré sur une base continue à l'aide d'un limnigraphe à bulle par la Direction générale des eaux intérieures. Les mesures journalières de débit sont données à l'annexe 1.

Au niveau de l'exutoire, l'étiage a été le plus prononcé durant les mois d'hiver, le débit descendant souvent à 0,002 m^3/sec. Le débit a augmenté durant la fonte printanière et était à son plus haut niveau au mois de mai soit à 0,099 m^3/sec le 23 mai 1984.

A lui seul, l'écoulement du mois de mai représente 32% de l'écoulement annuel. Les écoulements mensuels moyens pour les quatre dernières années sont données à la figure 4.

Au total pour l'année 1983-84, 78,5 cm se sont écoulés à l'exutoire (tableau 4). Ce volume représente 61% des précipitations brutes, un pourcentage comparable aux valeurs obtenues les deux années précédentes. L'évaporation représente entre 24% et 32% des précipitations brutes.

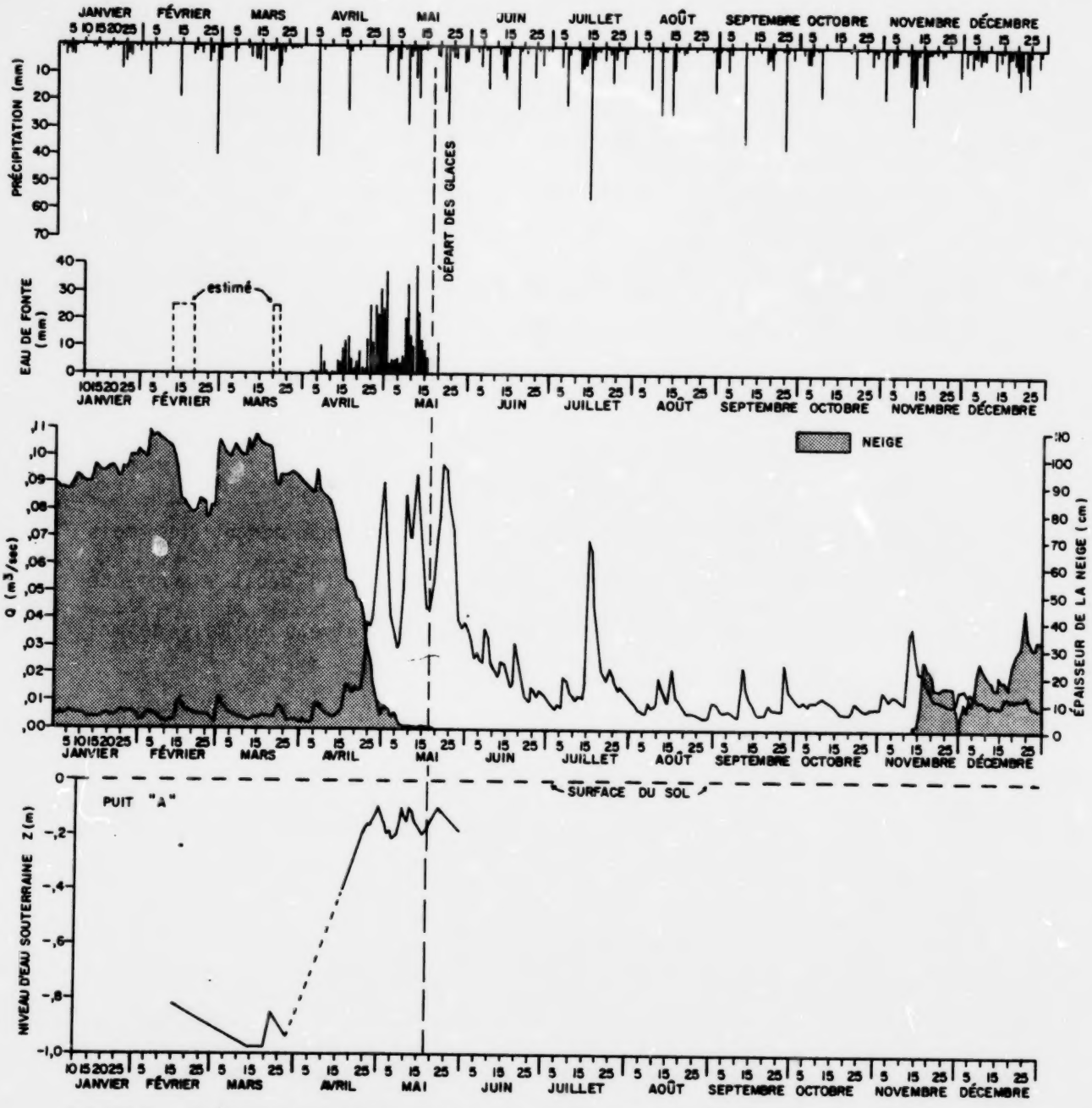


FIGURE 3 : PRÉCIPITATIONS, NEIGE AU SOL, EAU DE FONTE, EAU SOUTERRAINE ET HYDROGRAMME DU LAC LAFLAMME EN 1984.

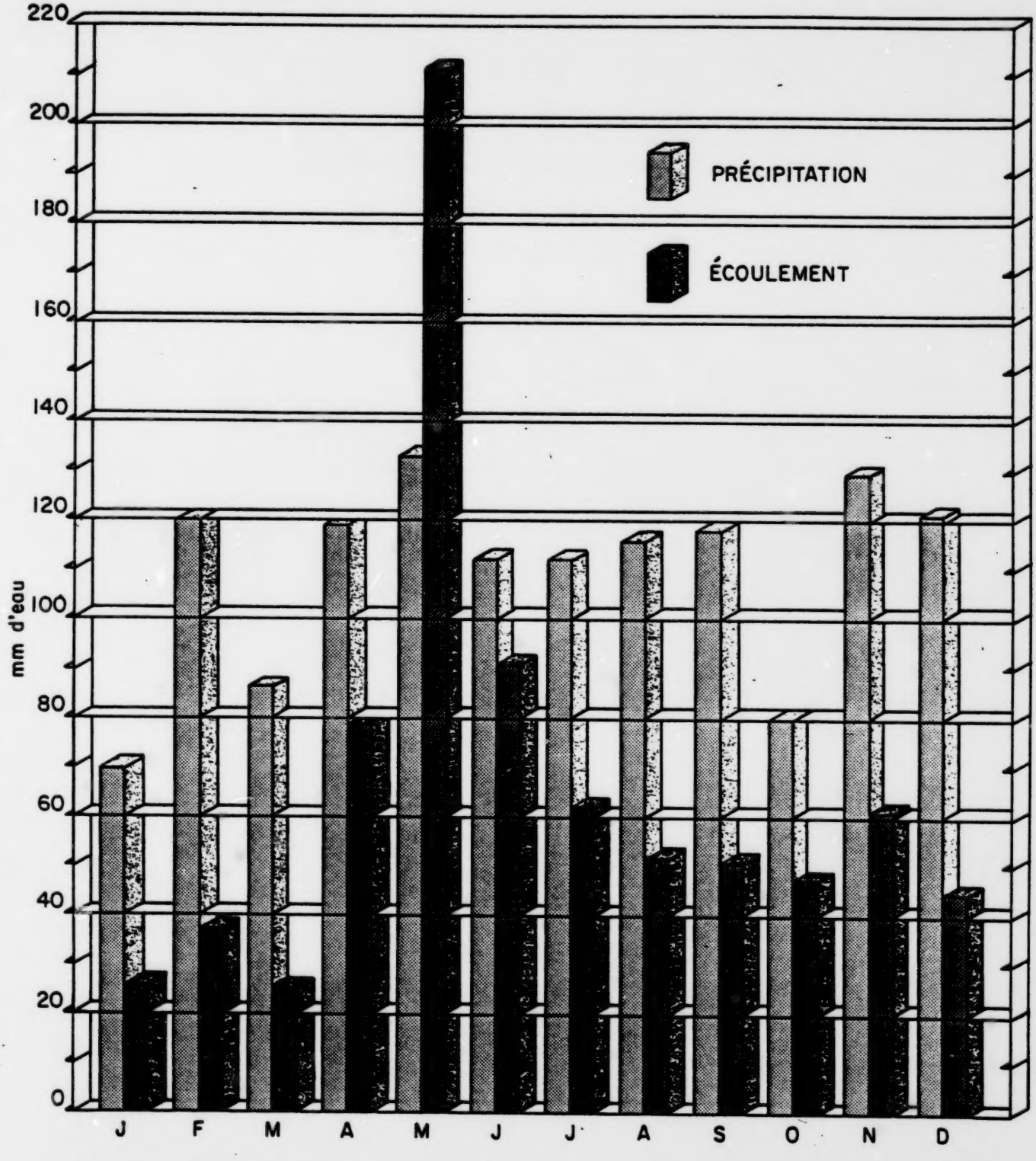


FIGURE 4: MOYENNES MENSUELLES DES PRÉCIPITATIONS ET DE L'ÉCOULEMENT DE 1981 À 1984

TABLEAU 4

BILAN D'EAU DU BASSIN DU LAC LAFLAMME

		P_b	Q	E_T	Q_{st}	δ	S
Lame d'eau (cm)	81-82	112,3	67,9	26,8	8,3	- 9,6	---
	82-83	155,9	89,0	46,9	11,0	-14,0	---
	83-84	128,8	78,5	30,7	9,6	-10,2	
Volume $10^5 m^3$	81-82	7,68	4,64	1,83	0,57	- 0,66	-0,02
	82-83	10,66	6,09	2,80	0,75	- 0,96	+0,06
	83-84	8,81	5,37	2,10	0,66	- 0,70	-0,02

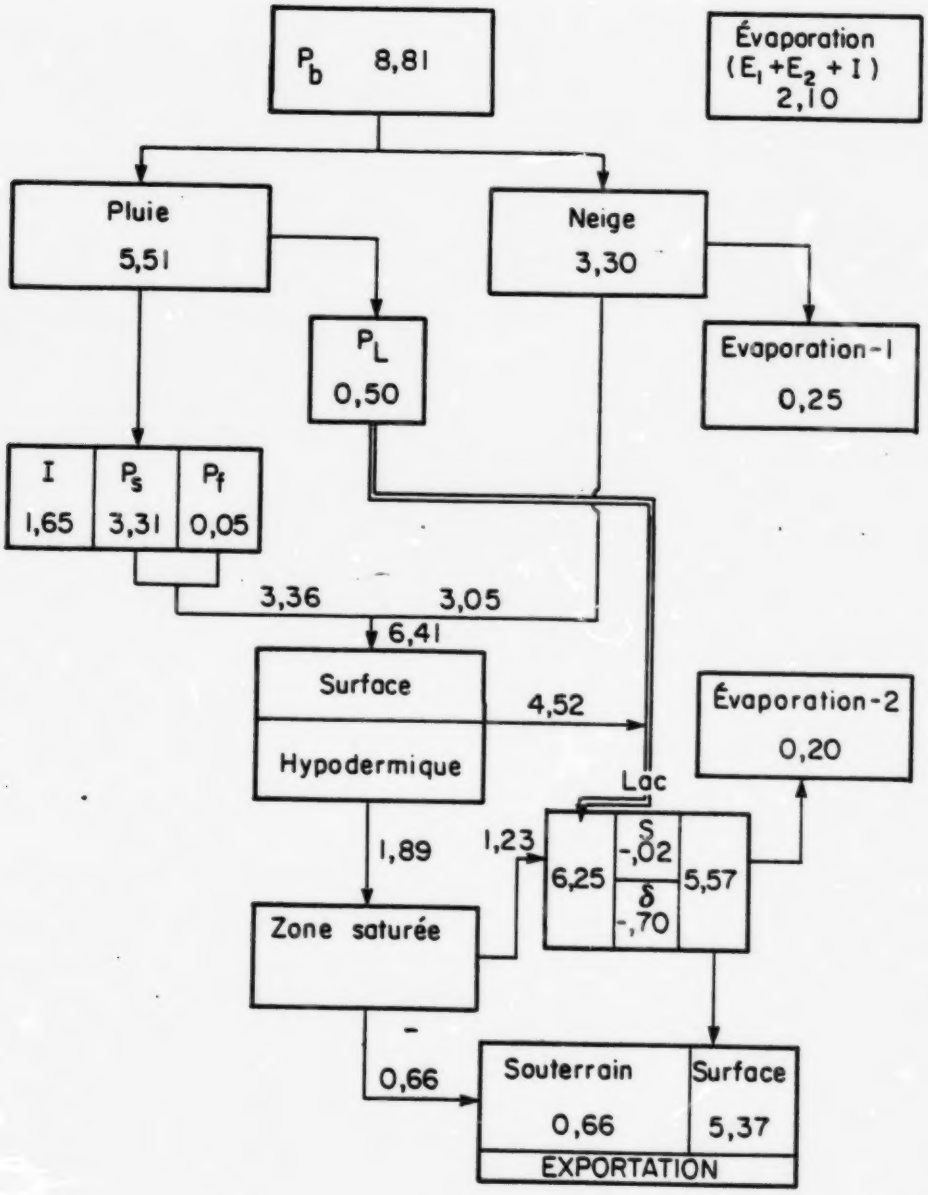
P_b: précipitations brutes
Q: débit à l'exutoire
E_T: évaporation totale
Q_{st}: débit à l'exutoire (souterrain)
δ: erreur expérimentale
S: variation du volume du lac

Dans divers autres bassins expérimentaux, le débit a l'exutoire représente souvent près de 60% des précipitations. Par contre, dans plusieurs cas, l'évaporation est nettement plus élevée qu'au lac Laflamme. Likens et al. (1982) ont trouvé à Hubbard Brook pour la période de 1956 à 1974 que des 129,5 cm qui tombaient sur le bassin, 80,1 cm étaient exportés par le ruisseau (62%) et 49,4 cm quittaient par évaporation (38%).

Ambler (1983) a travaillé dans le bassin de la rivière Mersey dans le parc Kejimkujik en Nouvelle-Ecosse et a obtenu pour le lac George entre la période de 1968 à 1982, un volume de précipitation de 146,9 cm, un débit de 98,8 cm (67%) et une évapotranspiration potentielle de 55,9 cm. D'autre part, dans les Adirondacks, des données sont disponibles pour les lacs Woods et Panther pour 1978 à 1981. Les précipitations sur ces deux lacs avoisinants étaient de 125 cm et 120 cm respectivement alors que l'écoulement à l'exutoire était de 73,7 cm (59%) pour le lac Woods et 80,1 cm (67%) pour le lac Panther. L'évaporation représentait donc 41% dans un cas et 33% dans l'autre (Murdoch et al., 1984).

Le bilan d'eau détaillé de 1983-84 est donné à la figure 5. Comparativement aux deux années précédentes, la neige a été plus abondante et l'évaporation du lac (34 cm) a augmenté à cause des températures élevées durant l'été. Entre le 1 juin 1983 et le 31 mai 1984, le niveau du lac a diminué de 35 mm. Comme par les années précédentes, environ 8% des précipitations brutes n'ont pas été attribuées à une composante spécifique et font probablement partie des pertes par évaporation.

FIGURE 5 : Bilan hydrique du bassin du lac Laflamme
Juin 1983-Mai 1984 (Volume d'eau $10^5 m^3$)



2. QUALITÉ DE L'EAU DU LAC ET DE L'EXUTOIRE

2.1 Méthodologie

Des échantillons d'eau ont été récoltés à chaque semaine au centre du lac (échantillon intégré de 0 à 4 m) et à l'exutoire, préservés à 4° C et acheminés au laboratoire régional de Longueuil pour les tests physiques (conductivité, couleur, pH, alcalinité totale, alcalinité Gran, dureté, calcium, magnésium, sodium, potassium, sulfate et chlorure) et pour l'analyse des nitrates et du phosphore total. D'autre part, les métaux traces (aluminium, manganèse, fer, cadmium, cuivre, plomb, nickel, zinc) sont préservés avec de l'acide nitrique et analysés au laboratoire national de Burlington. Les méthodes d'analyse sont données dans Papineau (1983) et les résultats de l'échantillonnage de 1984 sont compilés à l'annexe 2.

La validation des données est effectuée à l'aide des calculs des écarts ioniques et de la conductivité théorique ainsi que par une étude des valeurs extrêmes (tableau 5). En 1984, il y a eu 8 analyses qui peuvent être considérées comme des valeurs extrêmes. De plus, on note quelques fois des sauts prononcés dans les valeurs mais celles-ci n'ont pas été exclues de la base de données.

TABLEAU 5

VALIDATION DES DONNÉES PAR L'IDENTIFICATION DE VALEURS EXTRÊMES

PARAMÈTRES	UNITÉS	LAC INTERVALLE $\bar{X} \pm 3\Delta$	EXUTOIRE INTERVALLE $\bar{X} \pm 3\Delta$
pH	unité	5,58 - 7,02	5,39 - 7,37
Ca	mg/l	1,08 - 3,72	0,73 - 3,73
Mg	mg/l	0,2 - 0,86	0,18 - 0,78
Na	mg/l	0,38 - 1,52	0,31 - 1,45
K	mg/l	0 - 0,58	0 - 0,41
Alcalinité	mg $CaCO_3$/l	0,46 - 10,54	0 - 10,83
SO_4	mg/l	3,13 - 5,11	2,96 - 5,48
Cl	mg/l	0,19 - 0,61	0,22 - 0,52
NO_3	mg N/l	0 - 0,47	0 - 0,43
Conductivité	µS/cm	10 - 34	9 - 33
Couleur	unité	0 - 53	0 - 55
Aluminium	mg/l	0 - 0,165	0 - 0,156
Fer	mg/l	0 - 0,277	0 - 0,260
Manganèse	mg/l	0 - 0,041	0 - 0,06
Zinc	mg/l	0,001 - 0,007	0 - 0,006
Phosphore	mgP/l	0,001 - 0,061	0 - 0,065

2.2 Statistiques annuelles

Le lac Laflamme est un lac peu minéralisé avec une conductivité variant de 15 à 31 μS/cm et avec une couleur d'environ 23 unités (tableau 6). Les moyennes annuelles des paramètres en 1984 ressemblent à celles de 1983. Toutefois on note une légère diminution dans la moyenne du potassium, des nitrates et de la couleur. Des diminutions dans les concentrations de ces deux derniers paramètres entre 1983 et 1984 ont également été notées pour d'autres lacs de la réserve des Laurentides (Moreau, 1985). Le pH moyen du lac et l'exutoire est de 6,4. La composition chimique en terme d'équivalent est dominée par le calcium et l'ion bicarbonate (tableau 7). En fait, dans les 4 dernières années, la proportion de cations a peu varié: calcium (58%), magnésium (20%), sodium (19%), potassium (3%). Pendant les deux dernières années, la contribution à la somme anionique des ions bicarbonates et des ions sulfates s'établit à 51% et 40% respectivement. Les chlorures (5%) et les nitrates (4%) complètent les anions.

La moyenne annuelle de l'aluminium est de 0,072 mg/l dans le lac et de 0,075 mg/l à l'exutoire tandis que le fer affiche une moyenne de 0,133 mg/l au lac et 0,122 mg/l à l'exutoire. On note également une légère augmentation du plomb dans l'eau durant les mois d'hiver. Cette augmentation peut être causée par les résidus d'essence de motoneige.

TABLEAU 6

STATISTIQUES ANNUELLES DES PARAMÈTRES CHIMIQUES DE L'EAU
DU LAC LAFLAMME ET DE L'EXUTOIRE EN 1984

	pH	H^+ µeq/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO_4 mg/l	P_t mgP/l	NO_3 mgN/l	Alc $mgCaCO_3/l$	Cond. µS/cm	Coul. Pt	Al mg/l	Mn mg/l	Zn mg/l	Fe mg/l
Lac																	
$\bar{X}$	6,39	0,47	2,4	0,5	0,9	0,2	0,4	4,1	0,031	0,11	5,5	22	23	0,072	0,014	0,004	0,133
s	0,24	0,24	0,4	0,1	0,2	0,1	0,1	0,3	0,010	0,12	1,7	4	10	0,031	0,009	0,001	0,048
c.v. (%)	4	51	18	21	20	57	18	8	31	113	31	18	43	42	64	25	36
N	51	51	51	51	51	51	51	51	49	51	51	51	51	51	51	51	51
minimum	5,9	0,10	1,6	0,3	0,5	0,1	0,3	3,4	0,014	L0,01	2,2	15	6	0,019	L0,01	L0,001	0,06
maximum	7,0	1,26	3,1	0,7	1,5	0,9	0,6	4,9	0,065	0,37	8,1	31	68	0,226	0,040	0,008	0,33
Exutoire																	
$\bar{X}$	6,38	0,63	2,2	0,5	0,9	0,2	0,4	4,2	0,026	0,10	4,8	21	22	0,075	0,018	0,003	0,122
s	0,33	0,97	0,5	0,1	0,2	0,1	0,1	0,4	0,008	0,11	2,0	4	11	0,027	0,014	0,001	0,046
c.v. (%)	5	154	22	20	22	47	15	10	31	114	42	19	50	36	78	33	38
N	52	52	52	52	52	52	52	52	49	52	52	52	52	52	52	52	52
minimum	5,2	0,13	1,2	0,3	0,5	0,1	0,3	3,6	0,013	L0,01	0,6	15	2	0,039	L0,01	L0,001	0,06
maximum	6,9	6,31	3,2	0,7	1,3	0,3	0,5	5,4	0,040	0,42	8,4	32	71	0,169	0,05	0,006	0,27

$\bar{X}$: moyenne
s: écart type
c.v.: coefficient de variation
N: nombre
L: sous la limite de détection

TABLEAU 7

COMPOSITION CHIMIQUE RELATIVE DE L'EAU DU LAC

	1981		1982		1983		1984	
	µeq/l ± Δ	(%)	µeq/l ± Δ	(%)	µeq/l ± Δ	(%)	µeq/l ± Δ	(%)
Ca^{++}	119,7 ± 22,9	(58)	130,0 ± 19,1	(58)	120,9 ± 25,8	(57)	120,0 ± 22,1	(57)
Mg^{++}	40,9 ± 7,1	(20)	44,2 ± 8,2	(20)	44,3 ± 7,7	(21)	43,9 ± 9,3	(21)
Na^{+}	40,2 ± 8,8	(19)	43,3 ± 7,8	(19)	39,2 ± 8,3	(18)	41,2 ± 8,5	(19)
K^{+}	4,2 ± 1,2	(2)	5,5 ± 1,9	(2)	7,0 ± 4,1	(3)	5,5 ± 3,2	(3)
H^{+}	1,8 ± 3,9	(1)	0,6 ± 0,4	(-)	0,6 ± 0,1	(-)	0,5 ± 0,1	(-)
HCO_3^-	91,8 ± 39,1	(44)	134,7 ± 36,0	(57)	107,8 ± 26,8	(51)	110,0 ± 33,8	(51)
SO_4^{--}	96,6 ± 29,5	(46)	77,7 ± 9,3	(33)	84,2 ± 7,3	(40)	85,7 ± 6,8	(40)
Cl^-	11,3 ± 6,5	(5)	12,5 ± 3,3	(5)	11,9 ± 3,0	(5)	11,3 ± 2,1	(5)
NO_3^-	8,5 ± 9,7	(4)	9,8 ± 8,0	(4)	8,9 ± 8,2	(4)	7,6 ± 8,6	(4)
Σ^+	206,8		223,6		212,0		211,1	
Σ^-	208,2		234,7		212,8		214,6	
écart ionique	-0,7%		-4,8%		-0,4%		-1,6%	

La qualité de l'eau à l'exutoire ressemble à celle des eaux du lac. Toutefois, l'application du test de Student pairé sur les deux séries indique des différences significatives ($/t/ > 2,58$) dans le cas du calcium ($t= 8,71$), du magnésium ($t= 9,59$), du sodium ($t= 6,81$), du potassium ($t= 2,94$), de l'alcalinité ($t= 8,40$) et des sulfates ($t= -3,24$). Pour l'ion hydrogène, les chlorures et les nitrates, il n'y a pas de différence significative au niveau $\alpha = 0,01$.

Pour les autres paramètres, les moyennes annuelles de phosphore, de la conductivité, de la couleur et du fer sont plus élevées dans le lac qu'à l'exutoire alors que l'inverse est observé pour l'aluminium et le manganèse. Le lac semble donc mieux tamponné et l'exutoire un peu plus acidifié.

2.3 Variations temporelles

Les variations temporelles des paramètres chimiques au lac Laflamme sont conditionnées par les cycles saisonniers. L'accumulation de la neige débute souvent à la mi-novembre et se termine à la mi-avril lors de la fonte. La période durant laquelle le lac est libre de glace s'étend de la mi-mai à la mi-novembre. L'eau du lac se réchauffe progressivement après le départ des glaces et le recouvrement des plantes aquatiques est maximal au mois d'août. Les profils de température pour le lac sont donnés à la figure 6.

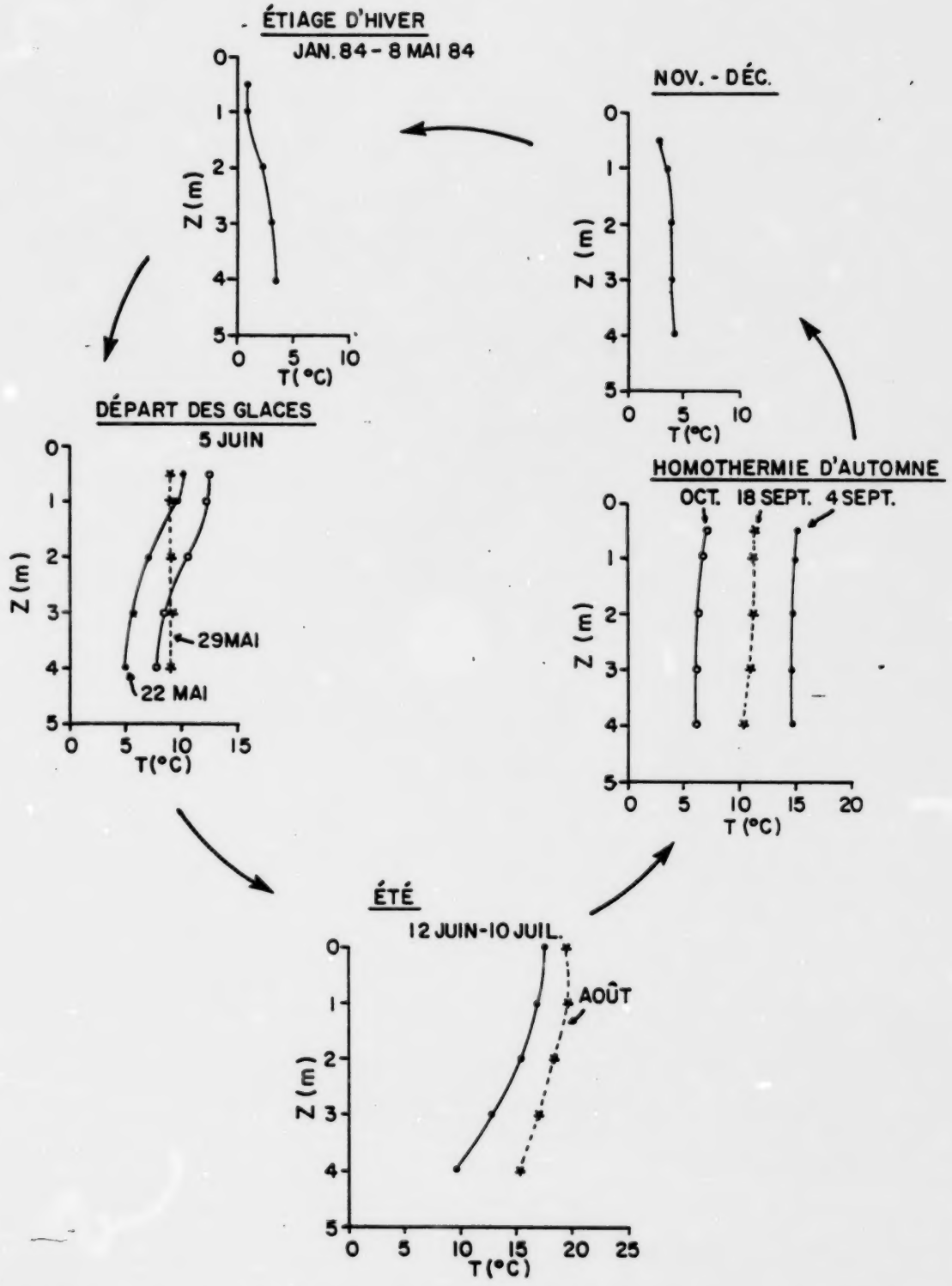


FIGURE 6 : VARIATION ANNUELLE DE LA TEMPÉRATURE DE L'EAU AU CENTRE DU LAC LAFLAMME (1984).

Les variations temporelles de la plupart des paramètres chimiques se conforment aux cycles annuels des années précédentes. Le groupe des paramètres comprenant le calcium, le magnésium, le sodium, la conductivité et l'alcalinité ont des concentrations élevées en hiver, subissent une dilution au printemps, demeurent sous la moyenne annuelle durant l'été et augmentent progressivement à l'automne (figure 7). En fait, les corrélations entre le calcium, le magnésium, le sodium et l'alcalinité sont fortes, le coefficient de corrélation étant supérieur à 0,7 (figures 8 et 9, annexe 3). Ces paramètres sont aussi corrélés mais moins fortement à la conductivité et aux nitrates. Il y a peu de corrélation entre ces paramètres de minéralisation et le pH ou le potassium. Ce dernier élément réagit assez différemment du calcium, du magnésium et du sodium auxquels il est souvent associé. Ces trois paramètres ont tendance à diminuer lorsque le débit augmente (figure 10) alors que le potassium peut augmenter avec le débit lors de la fonte. De plus, le potassium est corrélé positivement avec la couleur alors que les trois autres ont des corrélations négatives.

La concentration de trois autres paramètres augmente durant la fonte soit l'ion hydrogène, l'aluminium et les nitrates (figures 11 et 12). Toutefois l'amplitude des augmentations diffèrent d'une année à l'autre. Durant les quatre dernières années, les concentrations les plus élevées de l'ion hydrogène et des nitrates ont été mesurées durant la fonte de 1981 tandis que les niveaux d'aluminium étaient à

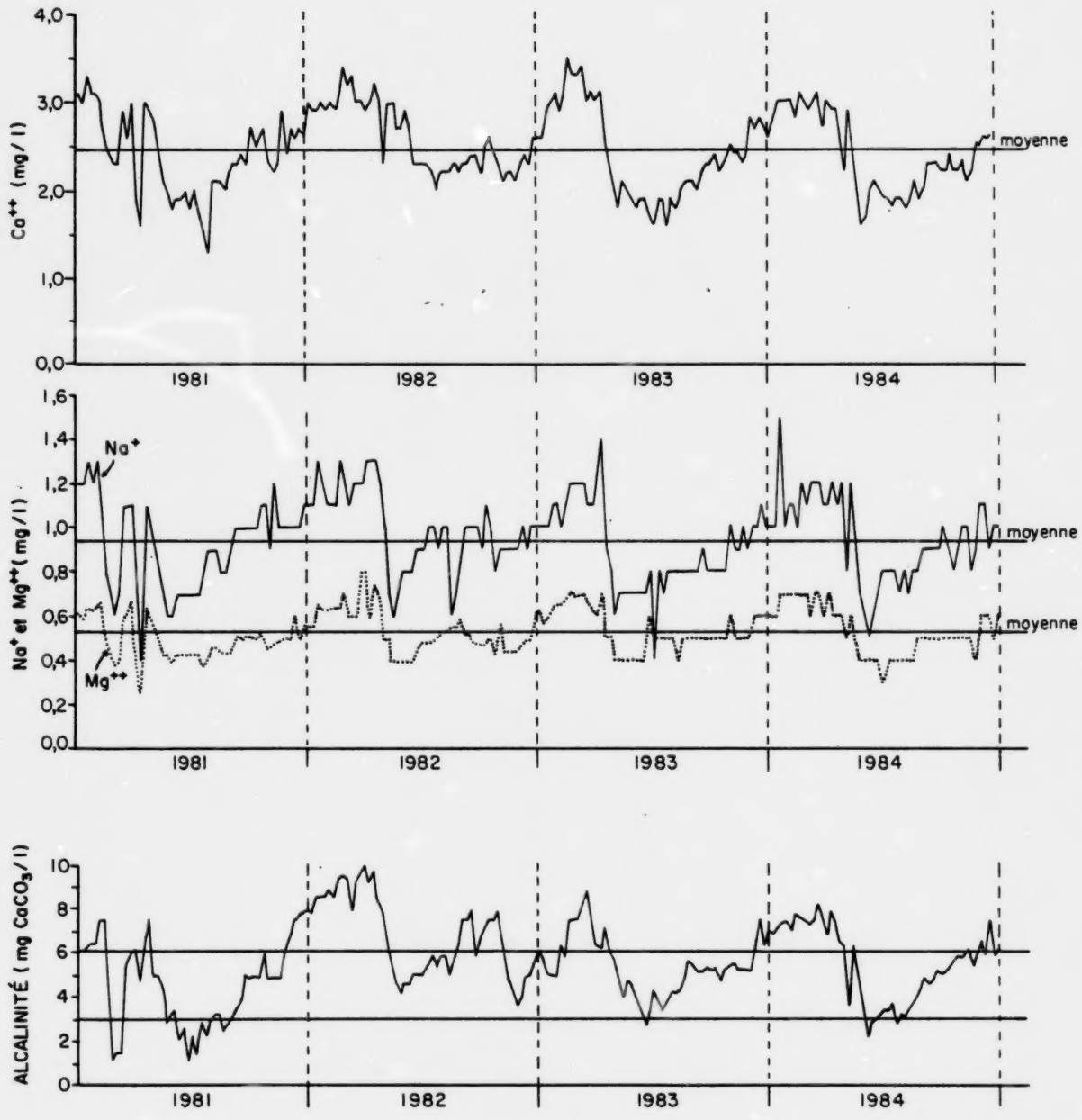


FIGURE 7 : ÉVOLUTION TEMPORELLE DU CALCIUM, DU SODIUM, DU MAGNÉSIUM ET DE L'ALCALINITÉ DANS L'EAU DU LAC LAFLAMME (DONNÉES HEBDOMADAIRES)

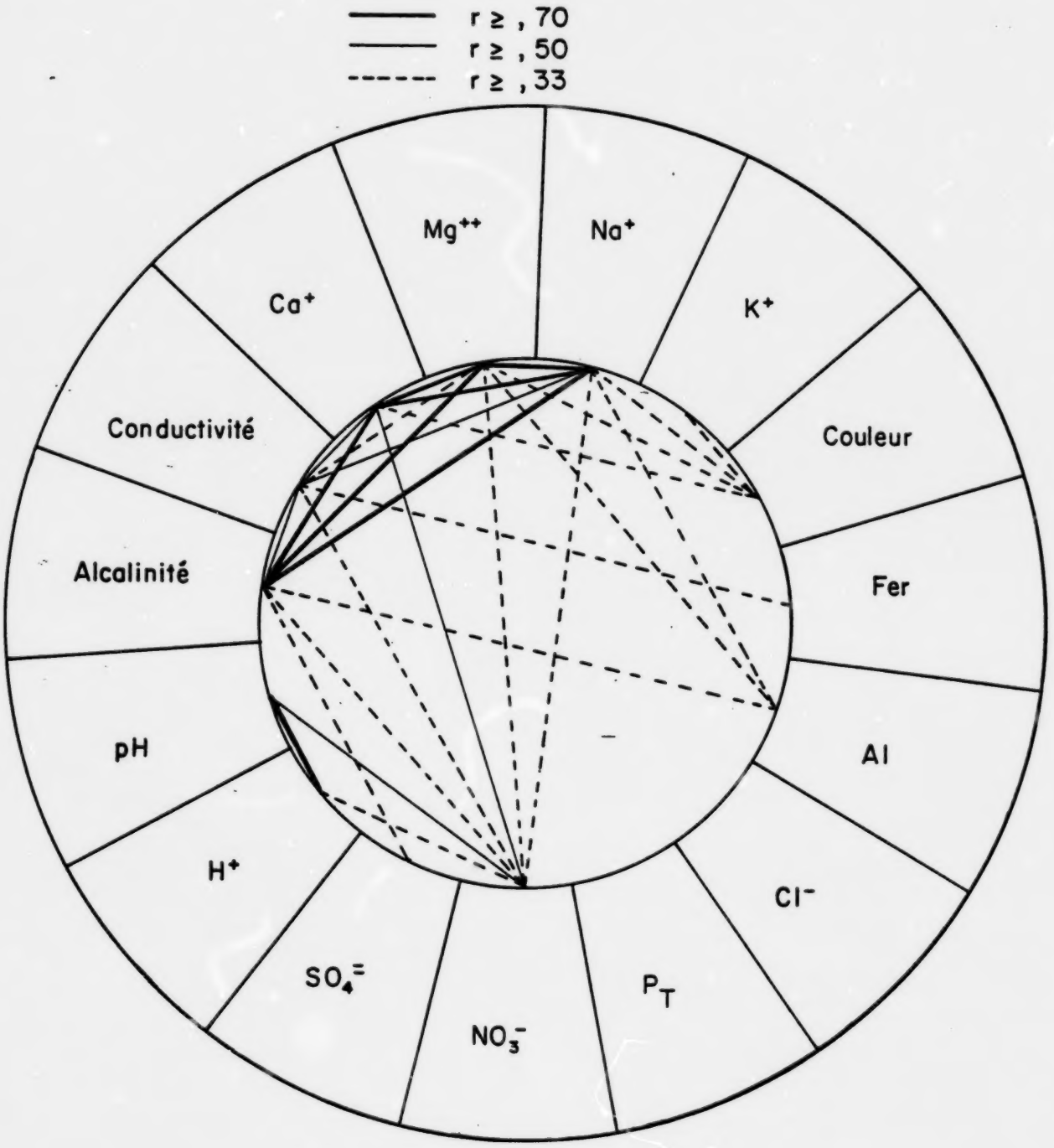


FIGURE 8 : CORRÉLATION ENTRE LES PARAMÈTRES DE QUALITÉ.

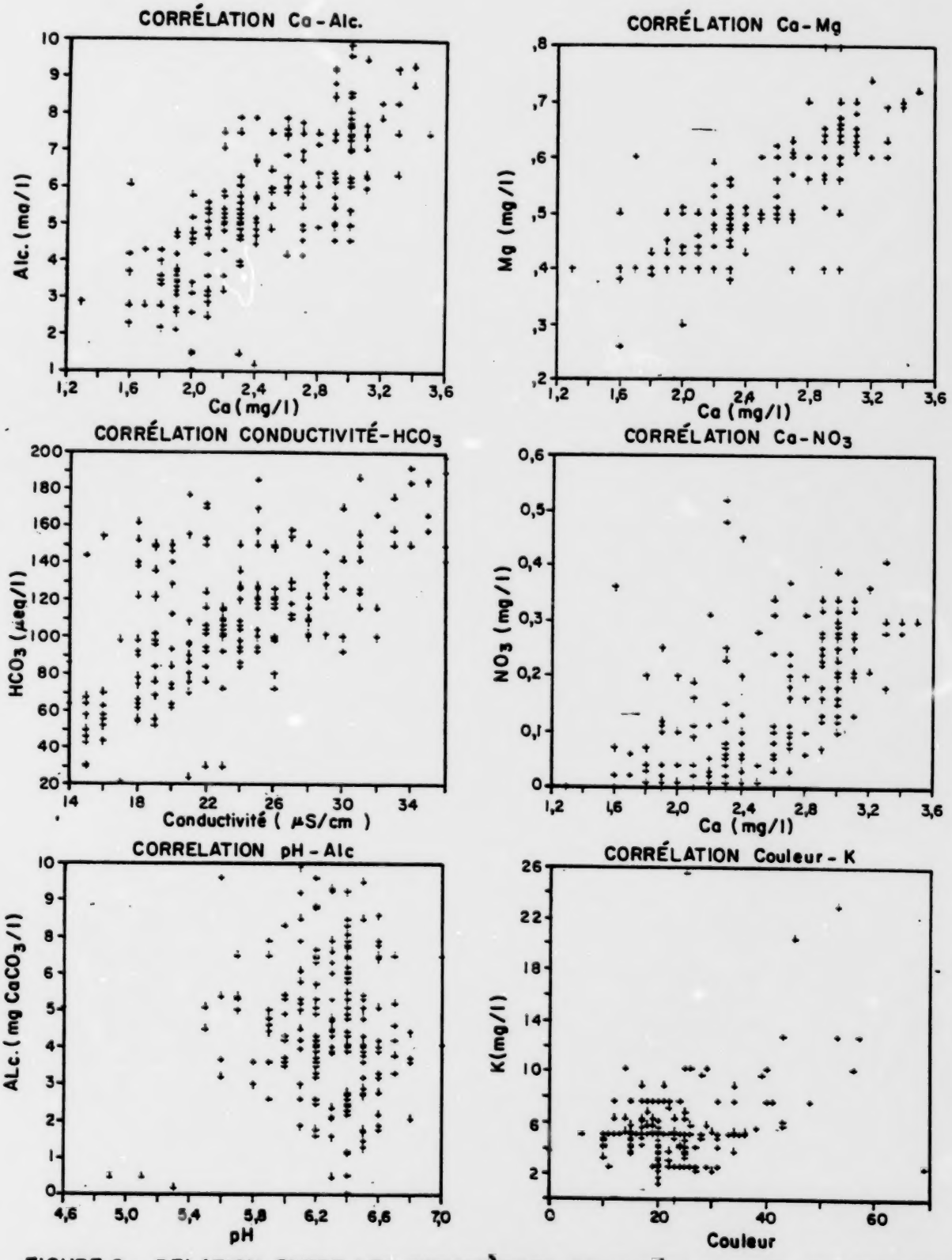
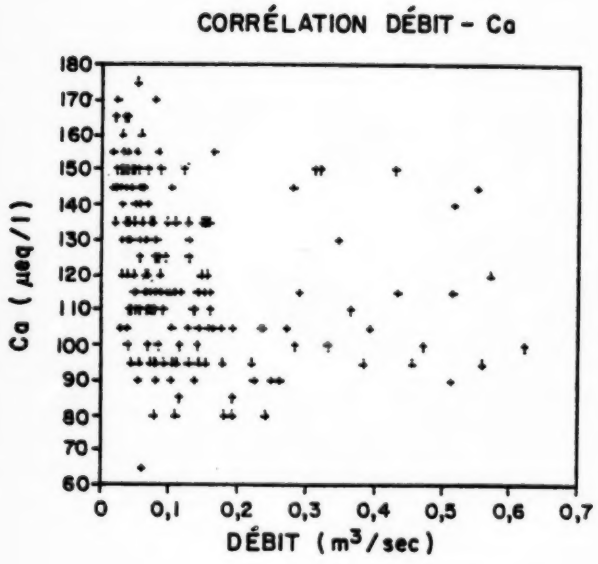


FIGURE 9 : RELATION ENTRE LES PARAMÈTRES DE MINÉRALISATION ET LES PARAMÈTRES DE QUALITÉ.



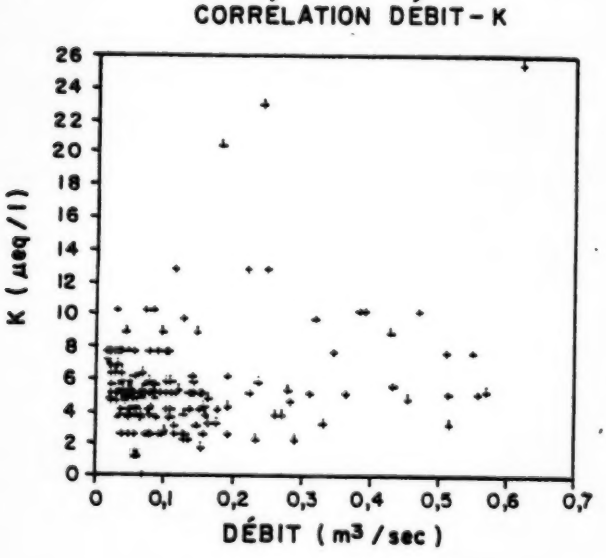


FIGURE 10 : VARIATION DU CALCIUM ET DU POTASSIUM EN FONCTION DU DÉBIT.

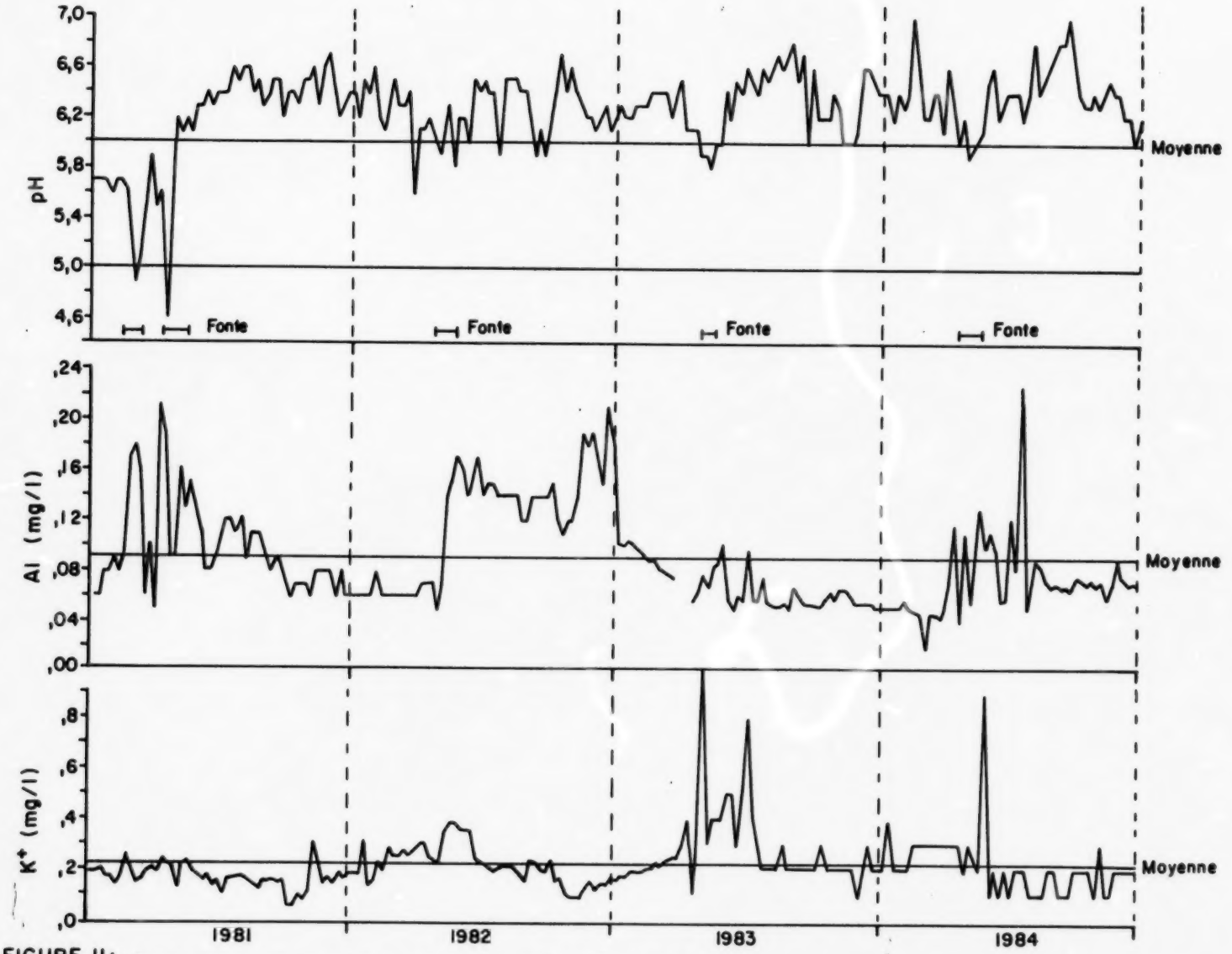


FIGURE II: ÉVOLUTION TEMPORELLE DE L'ION HYDROGÈNE, DE L'ALUMINIUM ET DU POTASSIUM DANS L'EAU DU LAC LAFLAMME (Données hebdomadaires)

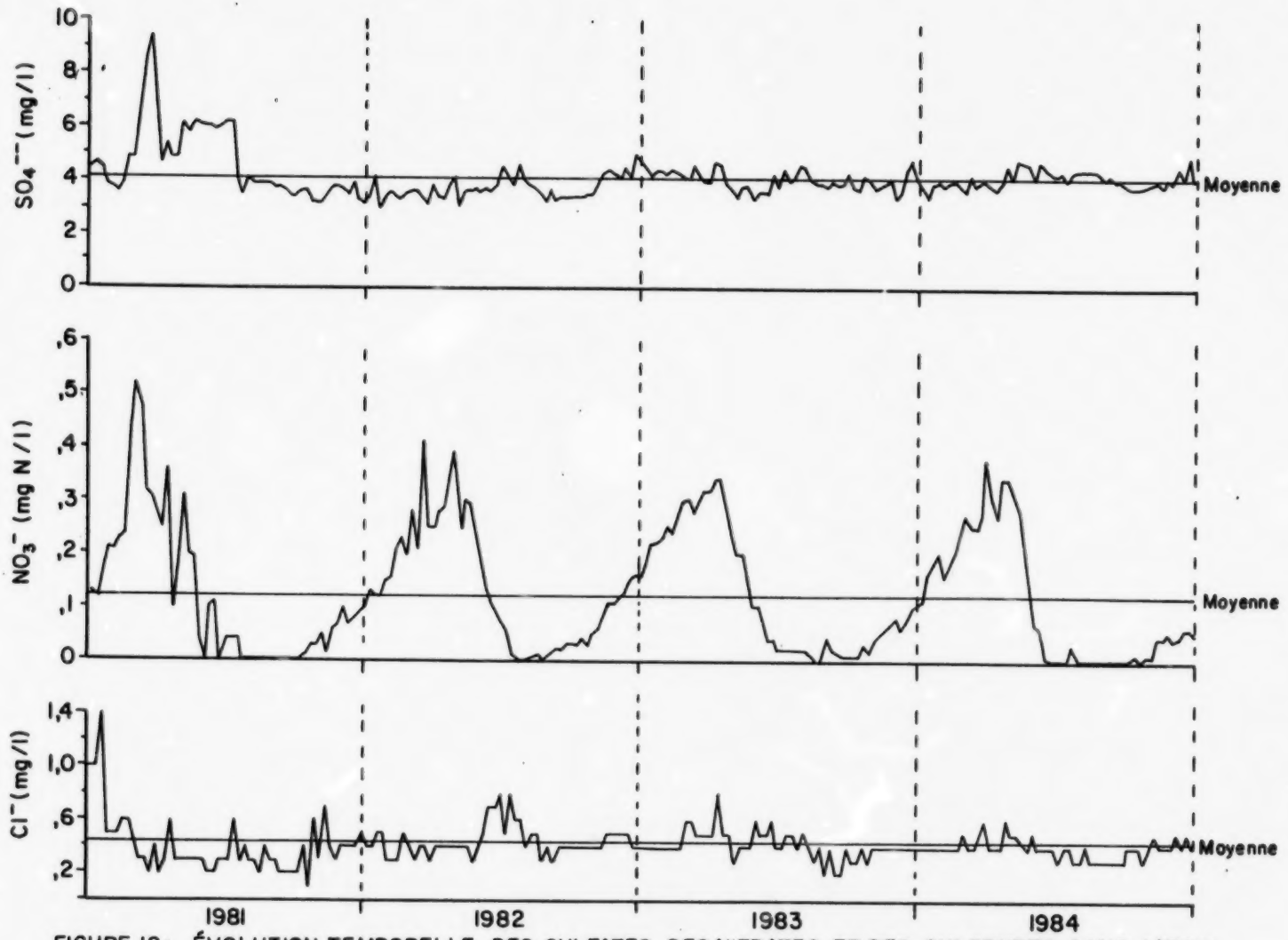


FIGURE 12: ÉVOLUTION TEMPORELLE, DES SULFATES, DES NITRATES ET DES CHLORURES DANS L'EAU DU LAC LAFLAMME (Données hebdomadaires)

leurs plus hauts en 1982. Le paramètre le plus fortement corrélé au pH des eaux du lac est l'ion nitrate (N= -0,55). L'ion nitrate possède également une relation avec les paramètres de minéralisation découlant de leur dépendance commune vis-à-vis du cycle d'utilisation biologique. La corrélaiton entre les sulfates et les nitrates est significative mais faible.

Contrairement aux autres paramètres, les variations temporelles de sulfate et de chlorure dans le lac diffèrent d'une année à l'autre. Ainsi en 1984, les concentrations de sulfate sont basses en hiver (0,08 meq/l) remontent au printemps avec un maximum la deuxième semaine de mai, diminuent progressivement jusqu'à la mi-octobre et elles remontent en novembre. Par contre, durant les hivers de 1981 et 1983, les concentrations de sulfate étaient élevées. On note également que les sulfates et les bicarbonates démontrent des tendances inverses à long terme. Ainsi en 1981, les concentrations de bicarbonates étaient faibles et celles des sulfates élevées. En 1982, une année plus sèche avec une dépression acide moins prononcée au printemps, les concentrations de bicarbonates étaient fortes alors que les concentrations de sulfates sont demeurées presque toute l'année sous la moyenne pour cette période de 4 ans. Depuis 1982, on note une tendance à la baisse des bicarbonates et une légère hausse des sulfates. La série est trop courte pour vérifier les

tendances à long terme mais il demeure que ces deux paramètres sont affectés par l'importance de la baisse printanière de pH et le temps de résidence de l'eau dans le bassin.

Le résumé des principaux événements hydrologiques et des modifications de la qualité de l'eau dans le bassin en 1984 est donné au tableau 8. Les observations sur la fonte printanière sont tirées de Bédard (1984) et de Jones et al. (1985).

TABLEAU 8

RÉSUMÉ DE L'ANNÉE 1984

Période	Événements hydrologiques	Chimie
Hiver 1984	Étiage • Débit minimal de 0,002 m^3/sec. • Accumulation importante de neige au sol depuis décembre 1983. • Temps doux, pluie (14/02) et fonte (2,7 cm) entre 12-20 fév.; faible augmentation du débit à l'exutoire; diminution de la neige. • Tempête à la fin février. • Température froide au début mars.	Précipitation: Moyennement acide; pH (4,52), SO_4 (1,25 mg/l), NO_3 (0,32 mg/l). Lac: Valeurs élevées de Ca, Mg, Na, K, Alc.; augmentation de NO_3; valeurs faibles de H^+, SO_4 et Al. pH (6,4), SO_4 (3,9 mg/l), Ca (2,9 mg/l).
20 mars - 11 avril	Fonte intermittente • Fonte légère du 20 au 23/03 (2,5 cm) et du 6 au 7/04 (1,9 cm); diminution de la neige au sol. • Pluie et neige 5/04 (40 mm) • Peu de pluie en avril.	Lac: Pic de NO_3 à la fin mars. Augmentation de Al jusqu'à la fin décembre.
15 avril - 20 mai	Fonte continue • Beaucoup de pluie en mai. • Fonte; augmentation du niveau de la nappe. • Fonte, pluie mêlée de neige du 16 au 17/04 (23 mm). • Fonte sans précipitation du 18 au 30/04; température élevée surtout le 30/04; fonte massive (25/04 au 01/05). • Refroidissement et neige (2-6 mai). • Fonte sans pluie (7-8 mai). • Pluie importante (9, 11-13/04); débit maximal au lysimètre; infiltration massive. • Départ des glaces (17-18/05). • Fin du couvert de neige (20/05). • Pluie importante (22-24/05). • Débit maximal de 0,110 m^3/s à l'exutoire le 23/05.	Précipitation sous couvert: pH (4,58), SO_4 (2,0 mg/l), NO_3 (0,85 mg/l). Neige au sol: pH (5,14), SO_4 (0,3 mg/l), NO_3 (0,39 mg/l). Eau de fonte: pH (4,8), SO_4 (0,9 mg/l), NO_3 (0,75 mg/l); eau chargée du 13 au 18 avril; acidification le 12 mai. Ruissellement hypodermique: pH (4,7), SO_4 (4,9 mg/l), NO_3 (2,24 mg/l). Eau souterraine: pH (4,4), SO_4 (6,3 mg/l), NO_3 (0,68 mg/l). Lac: pH (6,0), SO_4 (4,4 mg/l) NO_3 (1,23 mg/l); deux baisses de Alc, Ca, Mg, Na, au début et à la fin mai; diminution de NO_3 à la fin avril; augmentation de H^+, SO_4, Cl. K élevé à la fin mai.

Été 1984	• Temps chaud et sec à la fin juin. • Pluie importante le 18/06 (23 mm), 6/07 (21 mm), 15/07 (56 mm), 10/08 (24 mm), 14/08 (24 mm).	Lac: Valeurs sous la moyenne annuelle de Alc, Ca, Mg, Na, K, Cl, H, NO_3. Sulfate au dessus de la moyenne. pH (6,4), SO_4 (4,3 mg/l), Ca (1,9 mg/l).
Automne 1984	• Pluie importante 10/09 (34 mm), 25/09 (36 mm), 10-12/10 (54 mm). • Activité de fraie (11/09-23/10). • Beau temps (10-21/10). • Prise des glaces autour du 13/11. • Accumulation de neige (12/11); fonte (fin nov.); accumulation. • Environ 30 cm au sol à la fin déc.	Lac: - Augmentation progressive de Alc, Ca, Mg, Na, NO_3. - K demeure bas. - baisse de SO_4 en sept. et oct. - remontée de H^+ et SO_4 en déc. pH (6,4), SO_4 (4,1 mg/l), Ca (2,3 mg/l).

3. EXPORTATION À L'EXUTOIRE

La quantité de matière qui sort des limites d'un bassin versant varie d'une année à l'autre et ce, également au lac Laflamme. La charge exportée par l'exutoire a été calculée à partir des concentrations hebdomadaires des éléments chimiques et des débits journaliers. De plus, le calcul des charges a été effectué selon l'année civile et selon l'année hydrologique (tableau 9).

En 1984, les charges de calcium, de sodium, de potassium, de l'ion hydrogène, des chlorures, des nitrates et de l'alcalinité sont plus faibles que les trois années précédentes malgré le fait que les charges de magnésium et de l'ion sulfate demeurent près des niveaux de 1983 et conséquemment sont plus élevées qu'en 1982.

Lorsque les charges sont calculées de juin à mai, une meilleure concordance entre les charges exportées et le débit est obtenue (figure 13). Les charges étaient maximales en 1982-83. Notons que la moyenne sur 3 ans des sulfates exportées est de 32 kg/ha alors que 29 kg/ha de $CaCO_3$ et 16 kg/ha de calcium quittent également le bassin. La charge cumulée de ces trois paramètres représente 83% du matériel dissous qui quitte le bassin. L'ion hydrogène, pour sa part, représente moins de 1% du poids.

La source des carbonates et du calcium est principalement le bassin versant alors qu'une proportion importante des sulfates sont de sources atmosphériques. Les sources atmosphériques d'ion hydrogène sont souvent également

TABLEAU 9

EXPORTATION DES ÉLÉMENTS CHIMIQUES DU BASSIN DU LAC LAFLAMME
(kg/ha)

	1981	1982	1983	1984	1981-82	1982-83	1983-84
Ca	19,49	14,88	16,76	14,10	15,01	17,54	15,25
Mg	3,93	2,90	3,19	3,06	2,94	3,64	3,32
Na	6,93	5,46	6,04	5,44	5,60	6,55	5,77
K	1,53	1,44	3,69	1,09	1,35	3,20	1,85
H	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01
SO_4	47,39	25,30	35,12	31,99	28,10	35,47	32,69
Cl	2,98	2,95	3,84	2,73	2,27	4,15	3,16
Alc	29,25	29,90	31,44	24,45	26,24	33,59	27,92
$N\text{-}NO_3$	1,84	1,08	1,00	0,85	0,89	1,25	0,90
TOTAL	113,4	8,9	101,1	83,7	82,4	105,4	90,9
DEBIT (cm)	93,3	65,4	89,0	73,0	67,9	89,0	78,5

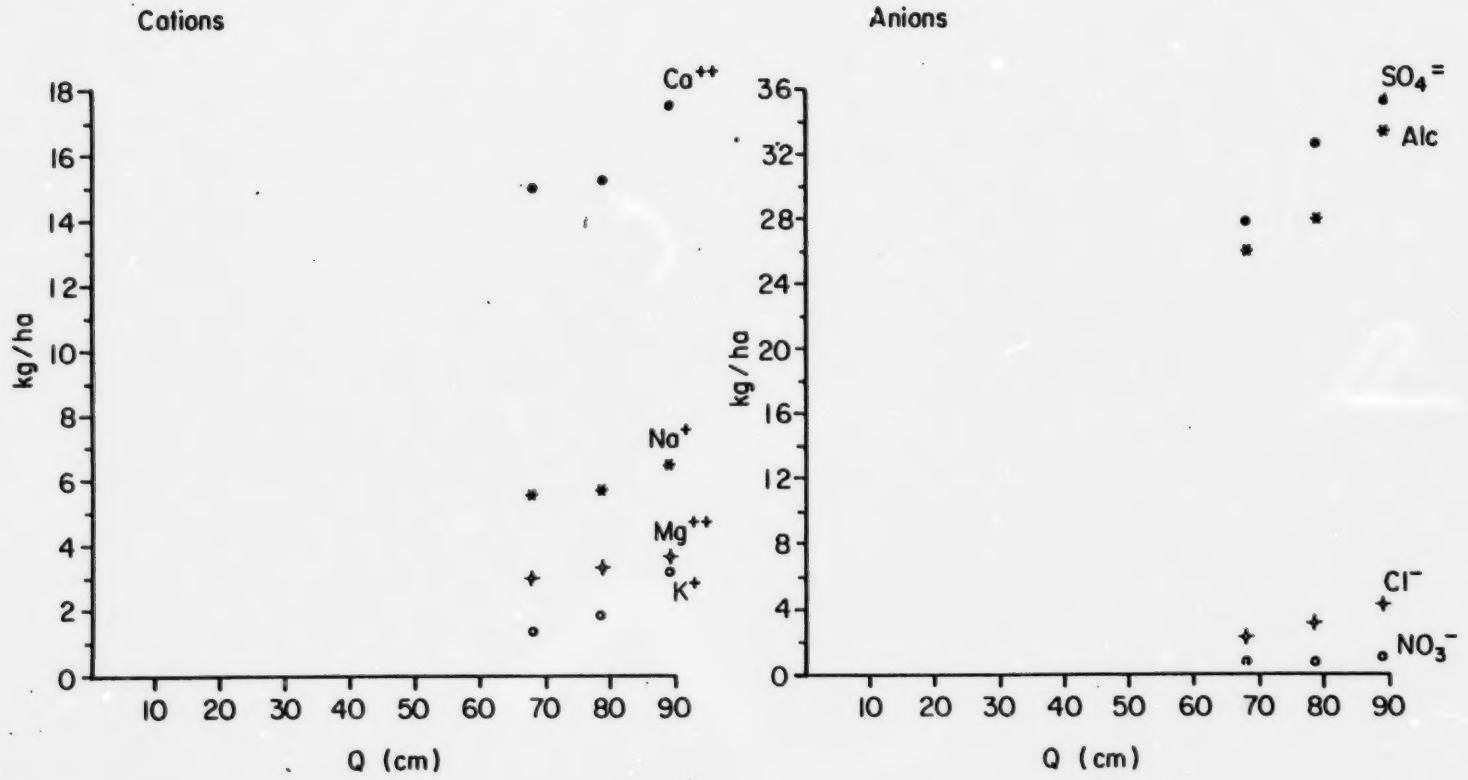


FIGURE 13 : RELATION ENTRE LA CHARGE EXPORTÉE À L'EXUTOIRE ET L'ÉCOULEMENT ANNUEL.

importantes soit environ 420 eq/ha en 1981 et 1982 (Papineau, 1984). Le bassin ne perd que 9 eq/ha en 1983-84. Le bassin retient donc près de 400 eq/ha de l'ion hydrogène et cette rétention doit être accompagnée, pour assurer l'électroneutralité, d'une perte nette des autres cations ou d'un gain d'anions.Au lac Laflamme, 40% des pertes de cations (Ca^{++}, Na^{+}, K^{+}, Mg^{++}) seraient nécessaires pour compenser la rétention d'ion hydrogène sans considérer les gains faibles de l'anion NO_3^- (100 eq/ha).

Les charges mensuelles sont données au tableau 10. La charge est maximale pour tous les paramètres au mois de mai bien que certains paramètres subissent une dilution (Ca, Mg, Na, alcalinité) et d'autres une concentration (H^+, NO_3^-) alors que les charges de potassium, des sulfates et des chlorures sont proportionnelles au débit (35% du total annuel). De tous les paramètres c'est la charge d'alcalinité qui représente le plus faible pourcentage du total annuel (18%) et l'ion hydrogène le plus fort (60%) au mois de mai. Si on considère en plus le mois d'avril, 80% de la charge annuelle de l'ion hydrogène et 78% de la charge annuelle de l'ion nitrate sont exportées à l'exutoire alors que l'écoulement durant ces 2 mois représente 43% de l'écoulement annuel. Au mois d'avril, une concentration du potassium est également notée.En plus des charges importantes notées durant la fonte, il y a également une augmentation des éléments exportés à l'exutoire durant les mois de novembre et décembre comparativement aux trois mois précédents. Ce même phénomène a été observé en 1982 lors de pluies exceptionnelles.

TABLEAU 10

EXPORTATION MENSUELLE À L'EXUTOIRE EN 1984
(kg/ha)

Mois	H^+	Ca^{++}	Mg^{++}	Na^+	K^+	Alc	SO_4^{--}	Cl^-	$N\text{-}NO_3^-$	Débit %
Janvier	0,0001	0,52	0,11	0,20	0,04	1,28	0,74	0,08	0,03	3
%	(1)	(4)	(4)	(4)	(4)	(5)	(2)	(3)	(3)	
Février	0,0001	0,51	0,11	0,19	0,04	1,31	0,69	0,07	0,03	2
%	(1)	(4)	(4)	(3)	(4)	(5)	(2)	(3)	(3)	
Mars	0,0001	0,54	0,11	0,21	0,06	1,45	0,72	0,08	0,04	2
%	(1)	(4)	(4)	(4)	(5)	(6)	(2)	(3)	(5)	
Avril	0,0017	1,38	0,28	0,52	0,15	2,22	2,77	0,25	0,26	9
%	(20)	(10)	(9)	(10)	(14)	(9)	(9)	(9)	(30)	
Mai	0,0052	4,08	0,86	1,49	0,39	4,37	11,38	0,96	0,41	34
%	(60)	(29)	(28)	(27)	(36)	(18)	(36)	(35)	(48)	
Juin	0,0003	1,49	0,32	0,51	0,08	2,34	3,64	0,32	0,02	11
%	(3)	(11)	(10)	(9)	(7)	(10)	(11)	(12)	(2)	
Juillet	0,0004	1,18	0,30	0,54	0,07	2,14	3,16	0,24	0,01	10
%	(5)	(8)	(10)	(10)	(6)	(9)	(10)	(9)	(1)	
Août	0,0001	0,63	0,14	0,27	0,04	1,27	1,53	0,11	—	5
%	(1)	(4)	(5)	(5)	(4)	(5)	(5)	(4)		
Septembre	0,0001	0,75	0,17	0,29	0,04	1,61	1,43	0,11	—	5
%	(1)	(5)	(6)	(5)	(4)	(7)	(4)	(4)		
Octobre	0,0001	0,73	0,17	0,30	0,04	1,75	1,35	0,13	—	5
%	(1)	(5)	(6)	(6)	(4)	(7)	(4)	(5)		
Novembre	0,0002	1,21	0,26	0,51	0,07	2,90	2,39	0,22	0,03	8
%	(2)	(8)	(8)	(9)	(6)	(12)	(7)	(8)	(3)	
Décembre	0,0003	1,08	0,23	0,43	0,07	1,83	2,19	0,17	0,04	6
%	(3)	(8)	(7)	(8)	(6)	(7)	(7)	(6)	(5)	
	0,0087	14,10	3,06	5,45	1,09	24,46	31,99	2,72	0,85	

Sur une base annuelle, les deux éléments dont la répartition des charges reflète le plus celle des écoulements sont les sulfates et les chlorures. La charge mensuelle de sulfate (kg/ha) équivaut à 0,04 fois le débit mensuel (mm).

CONCLUSION

Le bilan hydrologique de 1983-1984 confirme la répartition des précipitations brutes entre l'évacuation par le ruisseau de surface (61%) et l'évaporation (24-32%). Le bassin a reçu moins d'eau en 1983-84 (129 cm) que l'année précédente (156 cm) mais la neige a été abondante.

La qualité moyenne de l'eau du lac est demeurée relativement stable en 1983 et 1984, le calcium et l'ion bicarbonate étant les ions dominants en terme d'équivalent par litre. Le pH moyen de 1984 (pH = 6,4) a été de 0,1 unité plus élevé qu'en 1983. Le cycle annuel de variation des paramètres est semblable à celui des années ultérieures sauf dans le cas des sulfates et des chlorures. Toutefois l'amplitude des variations, surtout durant la fonte, est variable d'une année à l'autre.

Les corrélations entre le calcium, le magnésium, le sodium et l'acalinité sont fortes avec des coefficients de corrélations supérieurs à 0,7. Le paramètre le plus fortement correlé au pH au niveau des eaux du lac est l'ion nitrate ($r = -0,55$). Depuis 1982, on note une tendance à la baisse des bicarbonates et une légère hausse des sulfates mais ces tendances n'ont pas encore été vérifiées statistiquement. Ceci sera effectué une fois que la série de 5 ans aura été complétée.

Les charges exportées des paramètres chimiques en 1984 sont généralement plus faibles que celles des années précédentes. Il y a une meilleure concordance entre les charges et l'écoulement annuel lorsque les calculs sont effectués selon l'année hydrologique. Les éléments les plus importants dans la charge totale sont les sulfates (32 kg/ha), le $CaCO_3$ (29 kg/ha) et le calcium (16 kg/ha). L'ion hydrogène constitue moins de 1% du poids des éléments exportés. L'exportation de tous les paramètres et le débit à l'exutoire sont maximaux au mois de mai.

Ces résultats de charges seront couplés aux données qualitatives et quantitatives de précipitation dès qu'elles seront disponibles pour obtenir des bilans massiques pour les dernières années ainsi qu'une image plus complète de l'influence des apports atmosphériques sur le milieu aquatique.

BIBLIOGRAPHIE

AMBLER, D.C., 1983. Surface water hydrology. Workshop proceedings of Kejimkujik calibrated catchments program on the aquatic and terrestrial effects on long-range transport of air pollutants. Nova Scotia, April 26, 1983. pp. 15-23.

BÉDARD, Y., 1984. Évolution de la qualité des eaux de fonte au lac Laflamme (Québec), printemps 1984. INRS-eau pour Environnement Canada, Direction générale des eaux intérieures, région du Québec, 52 p.

JONES, H.G., W. SOCHANSKA, J.Y. CHARETTE, J.STEIN., 1985. Aspect qualitatif du développement au bassin du lac Laflamme d'un modèle prédictif de l'impact des précipitations acides-phase de la fonte printanière de 1984. INRS-eau. Rapport scientifique no. 182, 42 p. 12 t., 36 f.

KEREKES, J., G. HOWELL, 1983. Ionic export from the wathersheds. Workshop proceedings of Kejimkujik calibrated catchments program on the aquatic and terresterial effect of the long-range transport of air pollutants. Nova Scotia. April 26, 1983. pp. 55-58.

LIKENS, G.E., F.H. BORMANN, R. PIERCE, J.S. EATON, N.M. JOHNSON, 1977. Biogeochemistry of a Forested Ecosystem. Springer Verlag, New York, U.S.A.. 146 p.

MURDOCH, P.S., N.E. PETERS, R.M. NEWTON, 1984. The Integrated Lake-Watershed Acidification Study. Volume 2: Hydrology Analysis edited by S.A Gherini and C.W. Chen. for Tetra Tech, Inc. (EPRI-EA-3221) California. 78 p.

PAPINEAU, M., 1984. Composition chimique et bilan ionique du lac Laflamme (Forêt Montmorency, Québec). Environnement Canada, Direction générale des eaux intérieures, région du Québec. 90 p.

PAPINEAU, M., 1983. Le bassin du lac Laflamme: caractérisation physico-chimique du lac et établissement du bilan ionique en relation avec le transport à grande distance des polluants atmosphériques. Environnement Canada, Direction générale des eaux intérieures, région du Québec. 95 p.

SEMKINS, R.G., D.S. JEFFRIES, R. NEURENTHER, J. LONGDALE, M.D. JONES, 1985. Hydrogeochemical responses of Turkey Lakes Watershed to acid precipitation. In Current Research, Environmental Contaminants Division, NWRI, pp. 73-75.

ANNEXE 1 Débit journalier et niveau du lac en 1984

LAFLAMME (RUISSEAU) A LA SORTIE DU LAC LAFLAMME - STATION NO 02PD014

DEBITS QUOTIDIENS EN METRES CUBES PAR SECONDE - 1984

JOUR	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUN	JUL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC	JOUR
1	0.006	0.003	0.012	0.003	0.090	0.036	0.010	0.010	0.009	0.009	0.006	0.015	1
2	0.006	0.003	0.009	0.003	0.080	0.034	0.008	0.009	0.007	0.008	0.014	0.015	2
3	0.005	0.004	0.007	0.002	0.054	0.028	0.007	0.007	0.006	0.008	0.013	0.013	3
4	0.005	0.005	0.006	0.002	0.041	0.027	0.007	0.007	0.006	0.008	0.011	0.014	4
5	0.006	0.006	0.005	0.003	0.037	0.029	0.008	0.006	0.007	0.010	0.012	0.012	5
6	0.006	0.006	0.005	0.009	0.031	0.028	0.008	0.006	0.007	0.010	0.013	0.012	6
7	0.005	0.005	0.005	0.009	0.032	0.025	0.010	0.010	0.006	0.010	0.012	0.011	7
8	0.005	0.004	0.004	0.007	0.050	0.026	0.010	0.008	0.006	0.010	0.011	0.011	8
9	0.005	0.003	0.004	0.004	0.055	0.023	0.013	0.008	0.006	0.011	0.010	0.011	9
10	0.005	0.002	0.004	0.005	0.062	0.024	0.011	0.009	0.007	0.012	0.010	0.010	10
11	0.005	0.002	0.003	0.004	0.071	0.021	0.010	0.010	0.023	0.012	0.017	0.009	11
12	0.004	0.002	0.003	0.004	0.085	0.018	0.012	0.010	0.014	0.011	0.035	0.009	12
13	0.004	0.002	0.003	0.004	0.094	0.021	0.012	0.012	0.011	0.010	0.037	0.010	13
14	0.004	0.004	0.004	0.005	0.086	0.025	0.011	0.010	0.010	0.009	0.027	0.008	14
15	0.004	0.010	0.004	0.006	0.070	0.024	0.014	0.010	0.006	0.008	0.020	0.008	15
16	0.004	0.010	0.004	0.006	0.053	0.019	0.008	0.022	0.006	0.007	0.021	0.008	16
17	0.004	0.008	0.005	0.016	0.046	0.016	0.008	0.015	0.005	0.006	0.021	0.012	17
18	0.004	0.008	0.004	0.018	0.045	0.014	0.044	0.011	0.005	0.006	0.017	0.013	18
19	0.005	0.008	0.004	0.013	0.051	0.031	0.032	0.008	0.005	0.006	0.016	0.011	19
20	0.005	0.006	0.004	0.014	0.058	0.026	0.024	0.007	0.006	0.006	0.013	0.012	20
21	0.004	0.005	0.004	0.015	0.072	0.019	0.021	0.006	0.008	0.007	0.011	0.011	21
22	0.004	0.005	0.007	0.014	0.078	0.016	0.018	0.006	0.007	0.010	0.011	0.012	22
23	0.004	0.005	0.005	0.015	0.088	0.012	0.019	0.006	0.007	0.010	0.011	0.012	23
24	0.005	0.005	0.007	0.024	0.087	0.010	0.022	0.006	0.007	0.008	0.011	0.012	24
25	0.005	0.005	0.005	0.035	0.068	0.016	0.019	0.005	0.007	0.008	0.010	0.013	25
26	0.005	0.005	0.003	0.038	0.061	0.014	0.015	0.005	0.025	0.007	0.009	0.010	26
27	0.005	0.003	0.003	0.041	0.075	0.012	0.014	0.004	0.018	0.007	0.009	0.009	27
28	0.005	0.002	0.003	0.052	0.085	0.014	0.015	0.004	0.014	0.006	0.009	0.008	28
29	0.005	0.007	0.003	0.088	0.082	0.013	0.014	0.004	0.013	0.008	0.010	0.008	29
30	0.005		0.003	0.083	0.039	0.012	0.012	0.005	0.011	0.008	0.015	0.008	30
31	0.005		0.002		0.041		0.011	0.010		0.008		0.008	31
TOTAL	0.154	0.141	0.146	0.529	2.003	0.696	0.589	0.280	0.277	0.276	0.442	0.327	TOTAL
MOY	0.005	0.005	0.005	0.018	0.065	0.022	0.019	0.009	0.009	0.009	0.015	0.011	MOY
MAX	0.006	0.010	0.012	0.083	0.094	0.036	0.044	0.022	0.025	0.013	0.037	0.015	MAX
MIN	0.004	0.002	0.002	0.002	0.031	0.010	0.007	0.004	0.004	0.006	0.008	0.008	MIN

SOMMAIRE POUR L'ANNEE 1984

DEBITS EN METRES CUBES PAR SECONDE

MOYEN, 0.016
MAXIMUM QUOTIDIEN, 0.089 LE 23 MAI
MINIMUM QUOTIDIEN, 0.002 LE 10 FEV
MAXIMUM INSTANTANE,
0.107 LE 23 MAI A 10 45 HNE

TYPE DE JAUGE - ENREGISTREUSE
EMPLACEMENT - LAT 47 10 37
LONG 71 07 37
BASSIN VERSANT 0.89 km²

DEBIT NATUREL

DEBIT TOTAL MENSUEL
EN DECAMETRES CUBES

JAN	13.3	JUL	50.5
FEV	12.2	AOU	24.2
MAR	12.6	SEP	23.9
AVR	45.7	OCT	23.3
MAI	173.	NOV	36.2
JUN	56.9	DEC	28.1

DEBIT TOTAL 384 dam

LAFLAMME (LAC) A LA FORET DE MONTMORENCY - STATION NO 02PD017

NIVEAUX D'EAU QUOTIDIENS EN METRES - 1984

JOUR	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUN	JUL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC	JOUR
1	0.422	0.386	0.407	0.388	0.574	0.477	0.407	0.405	0.410	0.414	0.409	0.433E	1
2	0.422	0.386	0.408	0.387	0.535	0.473	0.402	0.405	0.403	0.410	0.427	0.432E	2
3	0.420	0.382	0.409	0.383	0.473	0.458	0.400	0.401	0.404	0.409	0.423	0.429E	3
4	0.427	0.400	0.413	0.397	0.450	0.457	0.399	0.399	0.407	0.414	0.418	0.418E	4
5	0.427	0.394	0.410	0.397	0.441	0.454	0.400	0.397	0.407	0.417	0.419	0.413A	5
6	0.425	0.393	0.407	0.418	0.434	0.445	0.403	0.398	0.405	0.415	0.424	0.413E	6
7	0.422	0.391	0.405	0.412	0.432	0.438	0.421	0.402	0.403	0.413	0.418	0.413E	7
8	0.422	0.393	0.410	0.407	0.458	0.473	0.423	0.406	0.403	0.420	0.409	0.409E	8
9	0.426	0.393	0.408	0.421	0.522	0.463	0.417	0.403	0.399	0.420	0.406	0.403E	9
10	0.430	0.396	0.408	0.401	0.518	0.454	0.411	0.407	0.404	0.428	0.403	0.402E	10
11	0.430	0.395	0.410	0.405	0.492	0.445	0.408	0.422	0.426	0.424	0.416	0.401E	11
12	0.429	0.393	0.403	0.393	0.561	0.440	0.407	0.422	0.429	0.421	0.447	0.401A	12
13	0.429	0.393	0.388	0.390	0.601	0.439	0.408	0.417	0.416	0.420	0.458	0.401E	13
14	0.432	0.393	0.379	0.383	0.539	0.438	0.408	0.412	0.413	0.416	0.443	0.401E	14
15	0.428	0.388	0.388	0.382	0.498	0.438	0.420	0.429	0.411	0.414	0.434	0.401E	15
16	0.428	0.385	0.405	0.394	0.474	0.429	0.408	0.433	0.404	0.414	0.430	0.403E	16
17	0.426E	0.382	0.417	0.418	0.461	0.418	0.402	0.427	0.405	0.415	0.430	0.410E	17
18	0.419E	0.380	0.413	0.408	0.452	0.421	0.402	0.421	0.405	0.413	0.422	0.415A	18
19	0.413E	0.378	0.415	0.408	0.467	0.441	0.405	0.419	0.401	0.411	0.417	0.413E	19
20	0.417E	0.376	0.418	0.408	0.472	0.438	0.429	0.413	0.411	0.415	0.415	0.412E	20
21	0.417E	0.372	0.419	0.407	0.502	0.422	0.426	0.409	0.415	0.415	0.418E	0.413E	21
22	0.418E	0.373	0.438	0.407	0.516	0.418	0.420	0.407	0.407	0.421	0.422E	0.414E	22
23	0.418E	0.374	0.435	0.408	0.520	0.411	0.421	0.402	0.404	0.420	0.421E	0.415E	23
24	0.419E	0.374	0.410	0.426	0.522	0.402	0.425	0.401	0.405	0.415	0.420E	0.412E	24
25	0.394	0.372	0.403	0.482	0.550	0.407	0.423	0.406	0.405	0.415	0.418E	0.408E	25
26	0.395	0.377	0.405	0.483	0.535	0.413	0.419	0.406	0.443	0.411	0.413E	0.406E	26
27	0.395	0.377	0.428	0.484	0.517	0.415	0.417	0.403	0.430	0.411	0.409E	0.402E	27
28	0.397	0.380	0.393	0.474	0.493	0.418	0.416	0.399	0.425	0.416	0.406E	0.401E	28
29	0.394	0.407	0.393	0.487	0.476	0.414	0.418	0.398	0.423	0.419	0.404A	0.400E	29
30	0.393		0.394	0.533	0.471	0.410	0.418	0.398	0.419	0.416	0.423E	0.400E	30
31	0.394		0.394		0.478		0.408	0.410		0.415		0.400E	31
MOY	0.417	0.385	0.408	0.417	0.504	0.438	0.421	0.409	0.412	0.416	0.421	0.409	MOY
MAX	0.432	0.407	0.438	0.533	0.633	0.477	0.426	0.433	0.443	0.430	0.458	0.432	MAX
MIN	0.394	0.372	0.379	0.382	0.433	0.402	0.399	0.398	0.398	0.409	0.403	0.400	MIN

SOMMAIRE POUR L'ANNEE 1984

NIVEAUX EN METRES

MOYEN, 0.422
MAXIMUM QUOTIDIEN, 0.633 LE 24 MAI
MINIMUM QUOTIDIEN, 0.372 LE 21 FEV
MAXIMUM INSTANTANE,
0.701 LE 23 MAI A 18 00 HNE

PLAN DE REFERENCE ARBITRAIRE

TYPE DE JAUGE - ENREGISTREUSE
EMPLACEMENT - LAT 47 10 35
LONG 71 07 35

A - JAUGE MANUEL

E - ESTIMATIVE

DEBIT NATUREL

BASSIN VERSANT
0.89 km²

ANNEXE 2

DONNEES DE QUALITE: LAC LAFLAMME
CENTRE DU LAC: ECHANTILLONS INTEGRES

Date	pH	H	Cond.	Couleur	Alc-G	HCO_3	Ca		Mg		Na		K		Cl	
		µeq/l	µS/cm		$mgCaCO_3$/l	µeq/l	mg/l	eq/l	mg/l	µeq/l	mg/l	µeq/l	mg/l	µeq/l	mg/l	µeq/l
84 01 03	6,4	0,4	18	21	6,9	138	2,6	130	0,6	49	1,0	44	0,2	5	0,4	11
84 01 10	6,4	0,4	15	16	7,2	144	2,8	140	0,6	49	1,0	44	0,2	5	0,4	11
84 01 17	6,2	0,6	19	14	7,4	148	3,0	150	0,7	58	1,5	65	0,4	10	0,4	11
84 01 24	6,4	0,4	19	13	7,4	148	3,0	150	0,7	58	1,0	44	0,2	5	0,4	11
84 01 31	6,3	0,5	18	12	7,0	140	3,0	150	0,7	58	1,1	48	0,2	5	0,4	11
84 02 07	6,4	0,4	16	16	7,7	154	3,0	150	0,7	58	1,1	48	0,2	5	0,4	11
84 02 14	7,0	-	20	13	7,5	150	2,8	140	0,7	58	1,0	44	0,2	5	0,4	11
84 02 21	6,6	0,3	19	34	7,4	148	3,1	155	0,7	58	1,2	52	0,3	8	0,4	11
84 02 28	6,2	0,6	20	31	7,3	146	3,0	150	0,7	58	1,1	48	0,3	8	0,5	14
84 03 05	6,2	0,6	19	12	7,5	150	2,9	145	0,6	49	1,2	52	0,3	8	0,4	11
84 03 13	6,4	0,4	18	21	8,1	162	3,0	150	0,7	58	1,2	52	0,3	8	0,4	11
84 03 20	6,4	0,4	27	24	7,7	154	3,1	155	0,7	58	1,2	52	0,3	8	0,5	14
84 03 27	6,1	0,8	24	18	6,8	136	2,7	135	0,6	49	1,1	48	0,3	8	0,6	17
84 04 03	6,6	0,3	31	21	7,8	156	3,0	150	0,7	58	1,1	48	0,3	8	0,4	11
84 04 10	6,3	0,5	29	17	7,3	146	2,9	145	0,6	49	1,2	52	0,3	8	0,4	11
84 04 17	6,0	1,0	29	17	6,4	128	2,9	145	0,6	49	1,1	48	0,3	8	0,4	11
84 04 24	6,2	0,6	27	17	6,3	126	2,6	130	0,6	49	1,2	52	0,3	8	0,6	17
84 05 01	5,9	1,3	23	24	3,6	72	2,2	110	0,5	41	0,8	35	0,2	5	0,5	14
84 05 08	6,0	1,0	30	22	6,3	126	2,9	145	0,6	49	1,2	52	0,3	8	0,5	14
84 05 15	---	---	--	--	---	---	---	---	---	--	---	--	---	--	---	--
84 05 22	6,1	0,8	23	33	3,6	72	1,9	95	0,4	33	0,7	30	0,2	5	0,4	11
84 05 29	6,5	0,3	18	53	2,2	44	1,6	80	0,4	33	0,6	26	0,9	23	0,5	14
84 06 05	6,6	0,3	18	24	2,8	56	1,7	85	0,4	33	0,5	22	0,1	3	0,4	11
84 06 12	6,2	0,6	19	36	2,9	58	2,0	100	0,4	33	0,6	26	0,2	5	0,4	11
84 06 19	6,3	0,5	18	69	3,1	62	2,1	105	0,4	33	0,7	30	0,1	3	0,4	11
84 06 26	6,4	0,4	19	34	3,4	68	2,0	100	0,3	25	0,8	35	0,2	5	0,4	11
84 07 03	6,4	0,4	19	23	3,4	68	1,9	95	0,4	33	0,8	35	0,1	3	0,3	8
84 07 10	6,4	0,4	20	19	3,7	74	1,9	95	0,4	33	0,8	35	0,2	5	0,4	11
84 07 17	6,2	0,6	19	26	2,8	56	1,8	90	0,4	33	0,8	35	0,2	5	0,4	11
84 07 24	6,4	0,4	20	26	3,2	64	1,9	95	0,4	33	0,7	30	0,2	5	0,3	8
84 07 30	6,8	0,2	20	19	3,1	62	1,9	95	0,4	33	0,8	35	0,1	3	0,3	8
84 08 07	6,4	0,4	20	22	3,6	72	1,8	90	0,4	33	0,7	30	0,1	3	0,4	11
84 08 14	6,5	0,3	21	25	3,8	76	1,9	95	0,4	33	0,8	35	0,1	3	0,3	8
84 08 21	6,6	0,3	22	24	4,2	84	2,1	105	0,5	41	0,8	35	0,1	3	0,3	8

DONNEES DE QUALITE: LAC LAFLAMME
CENTRE DU LAC: ECHANTILLONS INTEGRES

Date	pH	H	Cond.	Couleur	Alc-G	HCO_3	Ca		Mg		Na		K		Cl	
		µeq/l	µS/cm		$mgCaCO_3$/l	µeq/l	mg/l	µeq/l	mg/l	µeq/l	mg/l	µeq/l	mg/l	µeq/l	mg/l	µeq/l
84 08 28	6,7	0,2	21	24	4,8	96	1,9	95	0,5	41	0,9	39	0,2	5	0,3	8
84 09 04	6,8	0,2	22	20	4,6	92	2,0	100	0,5	41	0,9	39	0,2	5	0,3	8
84 09 11	6,8	0,2	22	26	4,7	94	2,3	115	0,5	41	0,9	39	0,1	3	0,3	8
84 09 18	7,0	---	22	23	5,1	102	2,3	115	0,5	41	0,9	39	0,1	3	0,3	8
84 09 25	6,6	0,3	23	20	5,0	100	2,3	115	0,5	41	0,9	39	0,1	3	0,3	8
84 10 02	6,4	0,4	23	24	5,1	102	2,2	110	0,5	41	1,0	44	0,2	5	0,4	11
84 10 09	6,3	0,5	22	20	5,3	106	2,2	110	0,5	41	0,9	39	0,2	5	0,4	11
84 10 16	6,3	0,5	23	6	5,7	114	2,4	120	0,5	41	0,8	35	0,2	5	0,4	11
84 10 23	6,4	0,4	25	23	5,8	116	2,2	110	0,5	41	0,9	39	0,2	5	0,3	8
84 10 30	6,3	0,5	25	27	5,8	116	2,2	110	0,5	41	1,0	44	0,1	3	0,4	11
84 11 06	6,4	0,4	25	17	6,1	122	2,3	115	0,5	41	1,0	44	0,3	8	0,5	14
84 11 13	6,5	0,3	23	19	5,3	106	2,1	105	0,5	41	0,8	35	0,1	3	0,4	11
84 11 20	6,4	0,4	26	29	5,9	118	2,2	110	0,4	33	0,9	39	0,1	3	0,4	11
84 11 27	6,4	0,4	27	13	6,5	130	2,5	125	0,6	49	1,1	48	0,2	5	0,4	11
84 12 04	6,2	0,6	25	28	5,9	118	2,5	125	0,6	49	1,1	48	0,2	5	0,5	14
84 12 11	6,2	0,6	26	11	7,4	148	2,6	130	0,6	49	0,9	39	0,2	5	0,4	11
84 12 18	6,0	1,0	27	20	5,9	118	2,6	130	0,5	41	1,0	44	0,2	5	0,5	14
84 12 24	6,2	0,6	29	20	6,1	122	2,6	130	0,6	49	1,0	44	0,2	5	0,4	11

DONNEES DE QUALITE: LAC LAFLAMME
CENTRE DU LAC: ECHANTILLONS INTEGRES

Date	SO_4		NO_2-NO_3		P Total		Al	Fe	Ni	Cu	Cd	Mn	Pb	Zn	Bilan
	mg/l	µeq/l	mg N / l	µeq NO_3 / l	mg P / l	µeq P / l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	Ionique (%)
84 01 03	3,8	79	0,11	7,9	,027	0,87	,054	,10	X	X	X	,01	X	,003	- 3
84 01 10	3,4	71	0,16	11,4	,028	0,90	,055	,12	X	X	X	,01	X	,003	0
84 01 17	3,9	81	0,18	12,9	,028	0,90	,054	,12	X	X	X	,01	X	,003	11
84 01 24	4,0	83	0,20	14,3	,029	0,94	,053	,13	X	X	X	,01	X	,004	0
84 01 31	3,8	79	0,16	11,4	,028	0,90	,051	,10	X	X	X	,01	X	,003	8
84 02 07	4,0	83	0,18	12,9	,033	1,07	,058	,12	X	X	X	,01	X	,003	0
84 02 14	4,0	83	0,20	14,3	,029	0,94	,052	,11	X	X	X	,01	X	,004	- 5
84 02 21	3,8	79	0,25	17,9	,042	1,36	,047	,14	X	X	X	,01	X	,003	6
84 02 28	3,6	75	0,27	19,3	,053	1,71	,048	,12	X	X	X	,02	X	,004	4
84 03 05	4,2	87	0,25	17,9	,039	1,26	,049	,11	X	X	X	,02	X	,004	- 4
84 03 13	3,9	81	0,25	17,9	,039	1,26	,047	,14	X	,001	X	,02	,003	,006	- 2
84 03 20	4,0	83	0,27	19,3	,041	1,32	,047	,12	X	X	X	,02	,001	,005	1
84 03 27	3,9	81	0,37	26,4	,037	1,20	,042	,13	X	X	X	,03	,002	,006	8
84 04 03	3,8	79	0,30	21,4	,033	1,07	,052	,14	X	X	X	,02	,001	,004	- 2
84 04 10	3,7	77	0,27	19,3	,031	1,00	,073	,14	X	X	X	,03	,002	,004	0
84 04 17	4,0	83	0,34	24,3	,033	1,07	,118	,15	X	X	X	,03	,001	,004	+ 2
84 04 24	4,6	96	0,34	24,3	,027	0,87	,041	,17	X	,002	X	,02	,003	,008	- 9
84 05 01	4,1	85	0,31	22,2	,026	0,84	,110	,14	X	X	X	,04	X	,006	- 1
84 05 08	4,8	100	0,28	20,0	,039	1,26	,055	,20	X	X	X	,04	,002	,006	- 2
84 05 15	---	---	--	--	--	--	--	---	---	---	---	---	--	--	--
84 05 22	4,6	96	0,12	8,6	,022	0,71	,129	,20	X	X	X	,02	X	,005	-13
84 05 29	4,1	85	0,07	5,0	,029	0,94	,100	,14	X	X	X	,02	X	,006	9
84 06 05	4,7	98	0,06	4,3	,022	0,71	,111	,09	X	X	X	,02	,001	,005	-17
84 06 12	4,5	94	0,01	0,7	,023	0,74	,088	,09	X	X	X	,02	X	,004	1
84 06 19	4,3	89	X	X	,029	0,94	,057	,07	X	X	X	,01	X	,005	5
84 06 26	4,2	87	X	X	,026	0,84	,059	,09	X	X	X	X	X	,004	- 1
84 07 03	4,3	89	X	X	,019	0,61	,121	,06	X	X	X	X	,001	,003	0
84 07 10	4,0	83	X	X	,025	0,81	,081	,07	X	X	X	X	X	,006	0
84 07 17	4,3	89	0,03	2,1	,023	0,74	,226	,33	X	,001	X	,01	,001	,004	3
84 07 24	4,4	92	0,01	0,7	,024	0,77	,051	,10	X	X	X	X	X	,004	0
84 07 30	4,4	92	X	X	,020	0,65	,064	,14	X	X	X	X	X	,004	2
84 08 07	4,4	92	X	X	,021	0,68	,089	,12	X	X	X	,013	,001	,004	-11
84 08 14	4,4	92	X	X	,029	0,94	,083	,11	X	X	X	,021	X	,003	- 6
84 08 21	4,3	89	X	X	,026	0,84	,074	,12	X	X	X	,018	,001	,003	1

** A partir de 1983, les métaux traces sont analysés à Burlington.

DONNEES DE QUALITE: LAC LAFLAMME
CENTRE DU LAC: ECHANTILLONS INTEGRES

Date	SO_4		NO_2-NO_3		P Total		Al	Fe	Ni	Cu	Cd	Mn	Pb	Zn	Bilan
	mg/l	µeq/l	mg N / l	µeq NO_3 / l	mg P / l	µeq P / l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	Ionique (%)
84 08 28	4,1	85	X	X	,028	0,90	,067	,11	,001	X	X	,014	X	,003	- 5
84 09 04	4,2	87	X	X	,028	0,90	,070	,19	X	X	X	,018	X	,003	- 1
84 09 11	4,0	83	X	X	,023	0,74	,067	,14	X	X	X	,012	X	,003	6
84 09 18	4,0	83	X	X	,028	0,90	,067	,24	X	,001	X	,013	,001	,005	2
84 09 25	3,9	81	X	X	--	--	,065	,21	X	,001	X	,009	X	,003	4
84 10 02	3,8	79	X	X	--	--	,075	,12	X	X	X	,007	X	,004	4
84 10 09	3,8	79	0,01	0,7	,014	0,45	,071	,12	X	X	X	,009	X	,003	- 1
84 10 16	3,8	79	X	X	,029	0,94	,069	,12	X	X	X	,009	X	,003	- 1
84 10 23	3,9	81	0,01	0,7	,030	0,97	,074	,14	X	X	X	,009	,002	X	- 5
84 10 30	4,0	83	0,01	0,7	,044	1,42	,069	,15	,001	X	X	,008	,001	,003	- 7
84 11 06	4,0	83	0,04	2,9	,031	1,00	,074	,14	X	X	X	,008	,002	,005	- 7
84 11 13	3,8	79	0,04	2,9	,038	1,23	,060	,11	X	X	X	,007	,002	,001	- 8
84 11 20	4,1	85	0,05	3,6	,036	1,16	,071	,14	X	X	X	,009	,001	,005	-16
84 11 27	4,0	83	0,04	2,9	,026	0,84	,090	,16	X	X	X	,014	,002	,004	0
84 12 04	4,5	94	0,04	2,9	,061	1,97	,075	,14	X	X	X	,009	,002	,006	0
84 12 11	4,1	85	0,06	4,3	,032	1,03	,070	,16	X	X	X	,010	,001	,005	-10
84 12 18	4,9	102	0,06	4,3	,032	1,03	,072	,14	,001	,001	X	,016	,001	,006	- 8
84 12 24	4,9	102	0,05	3,6	,065	2,10	,071	,15	X	X	X	,014	,002	,003	- 4

DONNEES DE QUALITE: LAC LAFLAMME
EXUTOIRE

Date	pH	H	Cond.	Couleur	Alc-G	HCO_3	Ca		Mg		Na		K		Cl	
		µeq/l	µS/cm		$mgCaCO_3$/l	µ eq/l	mg/l	µeq/l	mg/l	µeq/l	mg/l	µeq/l	mg/l	µeq/l	mg/l	µeq/l
84 01 03	6,4	0,4	18	17	5,9	118	2,5	125	0,5	41	1,0	44	0,2	5	0,4	11
84 01 10	6,4	0,4	15	16	6,4	128	2,6	130	0,5	41	1,0	44	0,2	5	0,4	11
84 01 17	6,3	0,5	18	12	6,7	134	2,6	130	0,6	49	1,1	48	0,3	8	0,4	11
84 01 24	6,5	0,3	19	17	6,8	136	2,8	140	0,6	49	1,0	44	0,2	5	0,4	11
84 01 31	6,4	0,4	19	12	7,1	142	2,9	145	0,6	49	1,1	48	0,2	5	0,4	11
84 02 07	6,4	0,4	17	12	7,4	148	2,9	145	0,6	49	1,1	48	0,2	5	0,4	11
84 02 14	6,9	0,1	21	13	7,4	148	2,6	130	0,6	49	0,9	39	0,2	5	0,3	8
84 02 21	6,5	0,3	18	9	7,0	140	2,9	145	0,6	49	1,1	48	0,3	8	0,4	11
84 02 28	6,3	0,5	20	24	8,0	160	3,0	150	0,6	49	1,1	48	0,3	8	0,5	14
84 03 05	6,3	0,5	19	15	7,8	166	2,8	140	0,6	49	1,1	48	0,3	8	0,4	11
84 03 13	6,4	0,4	18	24	8,0	160	2,9	145	0,6	49	1,1	48	0,3	8	0,4	11
84 03 20	6,3	0,5	26	21	7,4	148	3,0	150	0,6	49	1,1	48	0,3	8	0,4	11
84 03 27	6,3	0,5	25	18	7,6	152	2,8	140	0,6	49	1,1	48	0,3	8	0,4	11
84 04 03	6,8	0,2	30	18	8,4	168	2,9	145	0,6	49	1,0	44	0,2	5	0,4	11
84 04 10	6,4	0,4	32	17	7,9	158	3,2	160	0,7	58	1,3	57	0,3	8	0,4	11
84 04 17	6,1	0,8	29	17	6,9	138	2,9	145	0,6	49	1,1	48	0,3	8	0,4	11
84 04 24	6,1	0,8	20	17	3,0	60	1,9	95	0,4	33	0,7	30	0,2	5	0,4	11
84 05 01	5,2	6,3	18	17	0,6	12	1,6	80	0,3	25	0,6	26	0,2	5	0,3	8
84 05 08	5,4	4,0	17	30	1,1	20	1,5	75	0,3	25	0,6	26	0,1	3	0,3	8
84 05 15	5,9	1,3	19	30	1,3	26	1,7	85	0,3	25	0,6	26	0,2	5	0,4	11
84 05 22	6,0	1,0	22	29	2,5	50	1,7	85	0,4	33	0,6	26	0,2	5	0,4	11
84 05 29	6,5	0,3	19	41	2,7	54	1,7	85	0,4	33	0,6	26	0,1	3	0,5	14
84 06 05	6,9	0,1	18	32	2,6	52	1,5	75	0,4	33	0,5	22	0,1	3	0,4	11
84 06 12	6,2	0,6	18	26	2,6	52	1,9	95	0,4	33	0,6	26	0,1	3	0,4	11
84 06 19	6,3	0,5	18	71	3,0	60	2,1	105	0,4	33	0,6	26	0,1	3	0,3	8
84 06 26	6,5	0,3	19	43	3,4	68	1,9	95	0,3	25	0,8	35	0,1	3	0,4	11
84 07 03	6,3	0,5	18	23	3,2	64	1,7	85	0,4	33	0,8	35	0,1	3	0,3	8
84 07 10	6,4	0,4	18	23	3,6	72	1,7	85	0,4	33	0,8	35	0,1	3	0,4	11

DONNEES DE QUALITE: LAC LAFLAMME
EXUTOIRE

Date	pH	H	Cond.	Couleur	Alc-G	HCO_3	Ca		Mg		Na		K		Cl	
		µeq/l	µS/cm		$mgCaCO_3$/l	µeq/l	mg/l	µeq/l	mg/l	µeq/l	mg/l	µeq/l	mg/l	µeq/l	mg/l	µeq/l
84 07 17	6,2	0,6	18	30	2,5	50	1,2+	60	0,4	33	0,7	30	0,1	3	0,3	8
84 07 24	6,3	0,5	19	26	2,7	54	1,8	90	0,4	33	0,7	30	0,1	3	0,3	8
84 07 30	6,9	0,1	19	23	2,8	56	1,8	90	0,4	33	0,7	30	0,1	3	0,3	8
84 08 07	6,8	0,2	19	26	3,5	70	1,7	85	0,4	33	0,7	30	0,1	3	0,4	11
84 08 14	6,4	0,4	19	21	3,4	68	1,8	90	0,4	33	0,8	35	0,1	3	0,3	8
84 08 21	6,6	0,3	20	24	3,8	76	1,9	95	0,4	33	0,8	35	0,1	3	0,3	8
84 08 28	6,7	0,2	20	24	4,4	88	1,6+	80	0,4	33	0,8	35	0,1	3	0,3	8
84 09 04	6,9	0,1	20	24	3,8	76	1,9	95	0,5	41	0,8	35	0,1	3	0,3	8
84 09 11	6,7	0,2	21	22	4,4	88	2,1	105	0,5	41	0,8	35	0,1	3	0,3	8
84 09 18	6,9	0,1	21	20	4,5	90	2,2	110	0,5	41	0,8	35	0,1	3	0,3	8
84 09 25	6,7	0,2	22	31	5,1	102	2,3	115	0,5	41	0,9	39	0,1	3	0,3	8
84 10 02	6,4	0,4	21	21	4,8	96	2,1	105	0,5	41	0,9	39	0,1	3	0,4	11
84 10 09	6,3	0,5	22	22	4,9	98	2,1	105	0,5	41	0,9	39	0,1	3	0,4	11
84 10 16	6,4	0,4	22	2	4,9	98	2,2	110	0,5	41	0,8	35	0,2	5	0,4	11
84 10 23	6,4	0,4	22	23	5,7	114	2,1	105	0,5	41	0,9	39	0,1	3	0,3	8
84 10 30	6,3	0,5	23	26	5,3	106	2,2	110	0,5	41	0,9	39	0,1	3	0,3	8
84 11 06	6,4	0,4	22	23	5,2	104	2,1	105	0,5	41	0,9	39	0,1	3	0,4	11
84 11 13	6,6	0,3	23	19	5,5	110	2,1	105	0,5	41	0,9	39	0,1	3	0,4	11
84 11 20	6,4	0,4	23	37	4,9	98	2,1	105	0,4	33	0,8	35	0,1	3	0,4	11
84 11 27	6,4	0,4	26	9	5,5	110	2,4	120	0,5	41	1,1	48	0,2	5	0,4	11
84 12 04	6,2	0,6	24	30	3,8	76	2,6	130	0,5	41	1,1	48	0,2	5	0,4	11
84 12 11	6,2	0,6	25	7	5,1	102	2,4	120	0,5	41	0,8	35	0,1	3	0,4	11
84 12 18	6,0	1,0	26	15	3,9	78	2,5	125	0,5	41	1,0	44	0,2	5	0,4	11
84 12 24	6,0	1,0	28	15	4,1	82	2,6	130	0,6	49	1,1	48	0,2	5	0,4	11

DONNEES DE QUALITE: LAC LAFLAMME
EXUTOIRE

Date	SO_4		NO_2-NO_3		P Total		Al	Fe	Ni	Cu	Cd	Mn	Pb	Zn	Bilan
	mg/l	µeq/l	mg N / l	µeq NO_3 / l	mg P / l	µeq P / l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	Ionique (%)
84 01 03	3,8	79	0,11	7,9	,024	0,77	,056	,10	X	X	X	,01	X	,003	0
84 01 10	3,8	79	0,12	8,6	,022	0,71	,054	,11	X	X	X	,02	X	,005	- 3
84 01 17	3,8	79	0,13	9,3	,026	0,84	,054	,10	X	X	X	,01	X	,003	1
84 01 24	3,8	79	0,14	10,0	,026	0,84	,054	,09	X	X	X	,02	X	,003	1
84 01 31	3,7	77	0,14	10,0	,024	0,77	,053	,12	X	X	X	,02	X	,003	3
84 02 07	3,9	81	0,12	8,6	,025	0,81	,053	,13	X	X	X	,03	X	,003	0
84 02 14	4,2	87	0,16	11,4	,025	0,81	,050	,16	X	X	X	,04	X	,004	-13
84 02 21	3,6	75	0,16	11,4	,037	1,20	,049	,15	X	X	X	,04	X	,003	5
84 02 28	3,8	79	0,17	12,1	--	--	,049	,16	X	X	X	,03	X	,003	- 4
84 03 05	3,8	79	0,20	14,3	,038	1,23	,049	,17	X	X	X	,03	X	,004	- 6
84 03 13	3,8	79	0,21	15,0	,037	1,20	,045	,18	X	X	X	,04	X	,003	- 6
84 03 20	4,0	83	0,22	15,7	,038	1,23	,044	,22	X	X	X	,04	X	,003	- 1
84 03 27	3,8	79	0,22	15,7	,037	1,20	,046	,20	X	X	X	,04	X	,003	- 5
84 04 03	3,7	77	0,20	14,3	,030	0,97	,169	,27	X	X	X	,05	X	,002	-11
84 04 10	4,2	87	0,27	19,3	,030	0,97	,090	,22	X	X	X	,04	X	,004	2
84 04 17	4,6	96	0,41	29,3	,031	1,00	,098	,22	X	X	X	,05	X	,004	- 9
84 04 24	4,0	83	0,42	30,0	,019	0,61	,066	,11	X	X	X	,04	X	,006	-12
84 05 01	4,2	87	0,38	27,1	,021	0,68	,049	,16	X	X	X	,04	X	,004	5
84 05 08	4,8	100	0,22	15,7	,014	0,45	,076	,10	X	X	X	,03	X	,005	-10
84 05 15	4,8	100	0,17	12,1	,019	0,61	,128	,10	X	X	X	,03	X	,005	- 5
84 05 22	4,5	94	0,12	8,6	,025	0,81	,143	,14	X	X	X	,02	X	,004	- 8
84 05 29	4,2	87	0,05	3,6	,025	0,81	,085	,14	X	X	X	,02	X	,004	- 8
84 06 05	4,8	100	0,05	3,6	,019	0,61	,073	,07	X	X	X	,01	,001	,003	-23
84 06 12	4,4	92	0,01	0,7	,020	0,65	,039	,06	X	X	X	,02	X	,004	1
84 06 19	4,3	89	X	X	,021	0,68	,070	,06	X	X	X	,01	X	,006	6
84 06 26	4,3	89	X	X	,021	0,68	,046	,08	X	X	X	,01	X	,003	- 7
84 07 03	4,3	89	X	X	,019	0,61	,055	,10	X	X	X	,01	X	X	- 4
84 07 10	4,0	83	X	X	,032	1,03	,062	,07	X	X	X	,02	X	,002	- 7
84 07 17	4,2	87	0,02	1,4	,022	0,71	,065	,07	X	X	X	L,01	X	,003	-15
84 07 24	4,4	92	X	X	,024	0,77	,074	,07	X	X	X	L,01	,001	,003	2
84 07 30	4,4	92	X	X	,023	0,74	,068	,06	X	X	X	,01	X	,002	0
84 08 07	4,2	87	X	X	,020	0,65	,091	,06	X	X	X	,010	X	,002	-11
84 08 14	4,4	92	X	X	,021	0,68	,082	,06	X	X	X	,008	X	,002	- 4
84 08 21	4,4	92	X	X	,040	1,29	,087	,08	X	X	X	,012	,001	,002	- 6

DONNEES DE QUALITE: LAC LAFLAMME
EXUTOIRE

Date	SO_4		NO_2-NO_3		P Total		Al	Fe	Ni	Cu	Cd	Mn	Pb	Zn	Bilan
	mg/l	µeq/l	mg N / l	µeq NO_3 / l	mg P / l	µeq P / l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	Ionique (%)
84 08 28	4,2	87	X	X	,040	1,29	,084	,09	X	X	X	,008	X	,002	-20
84 09 04	4,3	89	X	X	,021	0,68	,076	,10	X	X	X	,007	X	,002	0
84 09 11	4,0	83	X	X	,021	0,68	,071	,13	X	X	X	,010	X,	,002	2
84 09 18	4,0	83	X	X	,026	0,84	,070	,11	X	X	X	L,005	X	,002	4
84 09 25	4,2	87	X	X	--	--	,074	,13	X	X	X	,007	.001	,002	0
84 10 02	4,0	83	X	X	--	--	,068	,13	X	X	X	L,005	X	,002	- 1
84 10 09	4,0	83	0,01	0,7	,013	0,42	,064	,12	X	X	X	,009	X	,002	- 3
84 10 16	3,8	79	X	X	,027	0,87	,104	,12	X	X	X	,008	X	,002	2
84 10 23	3,9	81	0,01	0,7	,031	1,00	,104	,13	X	X	X	,009	,001	,002	- 8
84 10 30	4,1	85	0,01	0,7	,024	0,77	,067	,14	X	X	X	,008	,001	,002	- 4
84 11 06	4,0	83	0,04	2,9	,026	0,84	,066	,14	X	X	X	,012	X	,002	- 7
84 11 13	4,0	83	0,04	2,9	,023	0,74	,069	,13	X	X	X	,007	X	,002	-10
84 11 20	4,6	96	0,05	3,6	,031	1,00	,085	,11	X	X	X	,007	,001	,003	-17
84 11 27	4,6	96	0,06	4,3	,031	1,00	,093	,11	X	X	X	,008	,001	,003	- 3
84 12 04	4,8	100	0,08	5,7	,030	0,97	,125	,11	X	X	X	,013	,001	,004	15
84 12 11	5,4	112	0,09	6,4	,031	1,00	,098	,11	X	X	X	,008	X	,003	-15
84 12 18	5,2	108	0,09	6,4	,034	1,10	,084	,11	X	X	X	,010	,001	,004	6
84 12 24	5,4	112	0,10	7,1	,040	1,29	,119	,12	X	X	X	,012	X	,004	9

Annexe 3. Matrice de corrélation (centre du lac)

	cond	coul	Al	Fe	Ptotal	Ph	H	Ca	Mg	Na	K	HCO3	504	Cl	NO3	débit
cond	1.00000															
coul	-.07871	1.00000														
Al	.00296	.10205	1.00000													
Fe	.33534	-.11892	.00794	1.00000												
Ptotal	.10521	-.16248	.02775	-.01381	1.00000											
Ph	-.18668	.16155	-.26721	-.16768	-.17757	1.00000										
H	-.02081	-.07625	.27229	-.00211	.04148	-.69778	1.00000									
Ca	.59025	-.36549	-.26858	.31072	.20640	-.18551	-.05684	1.00000								
Mg	.48864	-.36583	-.42463	.27991	.14635	.01185	-.19183	.79708	1.00000							
na	.49751	-.39241	-.36818	.25271	.17031	-.02532	-.19714	.78216	.79953	1.00000						
K	.08673	.34158	-.10899	-.02952	-.03427	-.08355	.01092	-.03611	.01634	-.11991	1.00000					
HCO3	.59130	-.31790	-.33790	.26869	.19316	-.00869	-.07478	.74583	.76528	.75260	.02165	1.00000				
504	-.12639	-.17007	.16997	-.01470	.10253	-.29971	.24329	-.10440	-.07739	-.17485	-.11633	-.34320	1.00000			
Cl	.21231	.05589	.01804	.00705	-.18836	-.19623	.02982	.24366	.15872	.26800	.15807	.12761	-.07974	1.00000		
NO3	.48391	-.22475	-.00802	.21595	.22447	-.54788	.37940	.62061	.45900	.36528	.20189	.35240	.20996	.16882	1.0000	
débit	-.09351	.22895	.23300	.11636	.08379	-.15218	.02236	-.31617	-.34520	-.39820	.26731	-.34160	.17735	-.12583	.05742	1.00000

CRITICAL VALUE (1-tail, .05) = + or - .11468
CRITICAL VALUE (2-tail, .05) = + or/- .13640

N = 207